



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS
BARRIOS SAN RAMÓN Y CONCEPCIÓN DE MARÍA DE SOMOTO,
DEPARTAMENTO DE MADRIZ.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Ileana Mariela Valdivia Roque
Br. Christiam Francois Núñez Matute

Tutor

Ing. Noé Salatiel Hernández Durán

Managua, Septiembre 2019

AGRADECIMIENTOS

Es de gran satisfacción y alegría ver hecha realidad las vísperas de este trabajo de graduación que ha llegado a su fin a través de un esfuerzo titánico, es por eso y más que agradecemos infinitamente a Dios nuestro creador, por brindarnos fortaleza en los momentos de debilidad, por su infinita misericordia y amor.

Agradecemos desde lo más profundo de nuestra alma a nuestros padres y familiares, por haber forjado las personas que somos hoy, sus esfuerzos han sido impresionantes y su amor un tesoro invaluable, gracias por todo.

Es de resaltar el gran protagonismo que tuvieron aquellas personas e instituciones que de manera desinteresada nos brindaron su apoyo. Razón por la cual se hace mención para expresarles nuestros más sinceros agradecimientos:

A la Universidad Nacional de Ingeniería, nuestra alma mater, gracias por habernos formado profesionalmente y a todos nuestros maestros (muchos de ellos grandes amigos) que fueron partícipes de este proceso.

A la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios ENACAL-Somoto y a su jefe departamental de área técnica, Ing. Luis Alonso Ortíz Montoya por brindar la oportunidad de que se hiciese este trabajo de investigación en la localidad, además de todo su apoyo incondicional.

A nuestro tutor Ing. Noé Salatiel Hernández Durán, por orientarnos, por su paciencia, amabilidad y estar siempre dispuesto a brindar su ayuda en todo momento.

A nuestros compañeros de Universidad, gracias colegas por compartir experiencias y momentos inolvidables a lo largo de estos 5 años, ustedes fueron fundamentales para obtener este logro, les estamos profundamente agradecidos.

Ileane Mariela Valdivia R.

Christiam Francois Núñez M.

DEDICATORIA

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente: No temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios será contigo en donde quiera que fueres”

Josué 1:9

A DIOS TODO PODEROSO, el forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que siempre me acompaña y me levanta de mis tropiezos, al creador de mi hijo, de mis padres y las personas que más amo, con mi más sincero amor.

A MIS 2 MADRES: FELIPA ROQUE Y CELIA RICO, sus esfuerzos han sido titánicos y su amor incondicional es para mí invaluable, lo han dejado todo para sacarme adelante, les debo todo eso y mucho más.

A MI HIJO AXELL MATIAS NUÑEZ VALDIVIA, en este momento no entiendes mis palabras, pero cuando seas capaz quiero que sepas lo que significas para mí: eres mi más valioso tesoro, eres mi orgullo y mi más grande motivación, liberas mi mente de todas las adversidades que se presenten y me impulsas cada día a superarme.

A MI PADRE AURELIO GUEVARA, el hombre que más admiro en esta vida, siempre me has brindado tu amor incondicional y te has esforzado por ofrecer lo mejor a tu familia, lo has dado todo por los que amas.

A MI ESPOSO Y COMPAÑERO DE TESIS FRANCOIS NUÑEZ, por ser un padre ejemplar para mi hijo y el mejor esposo que jamás haya soñado, me has brindado tu amor, ayuda y siempre has estado a mi lado, incluso en los momentos y situaciones más tormentosas.

Ileane Mariela Valdivia R.

DEDICATORIA

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente: No temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios será contigo en donde quiera que fueres”

Josué 1:9

A DIOS TODO PODEROSO, quien me dio la vida y una familia maravillosa, quien me colma de bendiciones cada día y quien ha caminado a mi lado desde siempre, protegiéndome y permitiéndome llegar hasta donde estoy.

A MI MADRE MAYRA DEL SOCORRO MATUTE, la mejor mamá del mundo y la persona más valiente que he conocido, que con mucho amor, sacrificios, comprensión y consejos, han dado sustento a mi vida en todas las formas posibles.

A MI PADRE NORMAN ALEJANDRO NUÑEZ, el mejor padre del mundo que con mucho esfuerzo y amor logró forjar la persona que soy, desde que tengo memoria has sido mi admiración y ejemplo a seguir.

A MI HIJO AXELL MATIAS NUÑEZ VALDIVIA, un día cuando crezcas leerás estas páginas y sabrás que eres el mejor regalo que pudieron haberme dado, eres el motor que me impulsa, mi motivación para seguir y ser mejor cada día.

A MIS HERMANOS MARIA ALEJANDRA, JOHAN ANDRÉS Y JOSÉ ALEJANDRO, ustedes son de lo más preciado que tengo, los chicos con quienes he crecido todos estos años y quienes demuestran que tan fuertes son los lazos que unen una familia.

A MI TIA NORA NUÑEZ, la mejor tía del mundo, quien siempre sin importar nada siempre ha estado para mí, desde niño siempre has guiado mis pasos y preocupado por mi felicidad.

A MI ABUELITA MARIA JESUS RAMOS, a pesar de no haber nacido en tu vientre me has tratado siempre como tu hijo, tanto afecto, cuidado, enseñanzas y amor me has dado que te considero como una madre para mí.

A MI ABUELITO MARGARITO NUÑEZ, el hombre más simpático, amable y paciente que he conocido, eres como un padre para mí, guiando mis pasos por el buen sendero de la vida, aconsejando de la manera más cariñosa posible.

A MI ESPOSA Y COMPAÑERA DE TESIS MARIELA VALDIVIA, por ser una espléndida madre para mi hijo, además de una gran esposa que con su dulzura, paciencia y amor alegra mis días.

A MI TIO JOSE ALBERTO, NELLY E HIJOS, por formar parte importante de este gran logro, les estoy enteramente agradecido por abrirme las puertas de su hogar durante todo mi estudio profesional, por sus consejos y afecto incondicional.

A toda mi familia no mencionada en estas páginas, amigos y personas que de alguna u otra manera contribuyeron a lograr este importante objetivo personal.

A la memoria de l@s caid@s.

Christiam Francois Núñez M.

INDICE GENERAL

CAPITULO I

1.	GENERALIDADES.....	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Antecedentes	2
1.3.	Justificación	3
1.4.	Objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos:	4
1.5.	Descripción del área de estudios	5
1.5.1.	Historia del municipio de Somoto.....	5
1.5.2.	Características geográficas.....	5
1.5.3.	Ubicación del área de estudios	6
1.5.4.	Geomorfología	7
1.5.5.	Socio-Economía del municipio.....	8
1.5.6.	Atractivos turísticos.....	8
1.5.7.	Condiciones climatológicas.....	9
1.5.8.	Topografía.....	9

CAPITULO II

2.	MARCO TEÓRICO	10
2.1.	Estudios topográficos.....	10
2.2.	Periodos de diseño económico para los componentes del sistema	10
2.3.	Proyecciones poblacionales.....	11
2.3.1.	Tasa de crecimiento geométrico	12

2.4.	Tipos de consumo.....	12
2.4.1.	Consumo doméstico (CD).....	12
2.4.2.	Consumo Público o institucional (CP).....	13
2.4.3.	Consumo comercial (CC).....	13
2.4.4.	Consumo industrial (CI)	14
2.5.	Alcantarillado sanitario.....	14
2.6.	Elementos del alcantarillado sanitario y obras accesorias.....	15
2.6.1.	Estructuras de captación.....	15
2.6.2.	Obras de conducción	15
2.6.3.	Estructuras de conexión y mantenimiento	17
2.6.4.	Estructuras de vertido	18
2.6.5.	Obras complementarias	18
2.6.6.	Estructuras de cruce	18
2.7.	Planos constructivos	18
2.8.	Presupuesto del sistema	19
CAPITULO III		
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	20
3.1.	Herramientas de análisis de datos.....	20
3.2.	Encuesta.....	20
3.3.	Entrevista	21
3.4.	Levantamiento topográfico.....	21
3.5.	Proyección de población	22
3.6.	Caudales de aguas residuales.....	23
3.6.1.	Gasto de infiltración	23

3.6.2. Gasto medio.....	23
3.6.3. Gasto mínimo de aguas residuales.....	24
3.6.4. Gasto máximo de aguas residuales.....	24
3.6.5. Gasto de diseño.....	24
3.7. Diseño pozos de visita sanitarios (P.V.S.)	25
3.7.1. Ubicación	25
3.7.2. Distancia máxima entre pozos.....	25
3.7.3. Profundidad de los pozos.....	26
3.8. Diseño de colectores primarios, secundarios y terciarios	26
3.8.1. Análisis a tubo lleno	28
3.8.2. Análisis a tubo parcialmente lleno.....	28
3.8.3. Tensión tractiva.....	30
3.9. Diseño de obras complementarias.....	30
3.10. Planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario.....	31
3.11. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	31
CAPITULO IV	
4. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	33
4.1. Período de diseño.....	33
4.2. Proyección de población	33
4.3. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	35
4.3.1. Caudales de aguas residuales.....	35
4.3.2. Cálculos topográficos.....	44
4.3.3. Hidráulica del sistema	52
4.3.4. Resumen del diseño de alcantarillado sanitario.....	59

4.4.	Planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario.....	60
4.4.1.	Consideraciones generales.....	60
4.5.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	61
4.5.1.	Consideraciones generales.....	61
4.5.2.	Cuadro de presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	62
CAPITULO V		
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5.1.	Conclusiones	71
5.2.	Recomendaciones	72
BIBLIOGRAFÍA.....		73

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Escudo Municipal de Somoto..... 5

Ilustración 2. Macro Localización del Proyecto..... 6

Ilustración 3. Micro Localización del Proyecto..... 7

Ilustración 4. Imagen Satelital del Municipio de Somoto..... 7

Ilustración 5. Iglesia de Santiago Apóstol en Somoto..... 8

Ilustración 6. Cañón de Somoto..... 9

Ilustración 7. Mapa Topográfico del Municipio de Somoto..... 9

Ilustración 8. Detalle Pozo de Visita Sanitario..... 17

Ilustración 9. Detalle Típico de Ubicación de Tuberías en un Derecho de Vía... 27

Ilustración 10. Sección Circular para Tuberías a Sección Parcialmente Llena... 29

Ilustración 11. Determinación de Áreas de Servicio..... 36

Ilustración 12. Red de Alcantarillado Sanitario..... 60

INDICE DE TABLAS

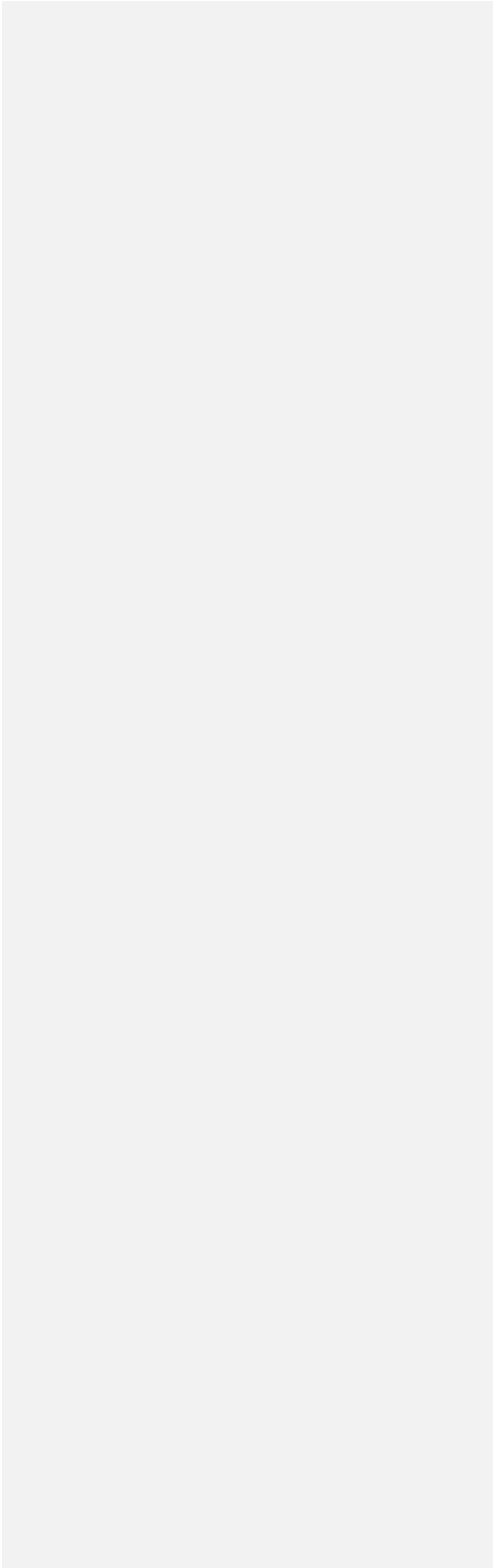
Tabla 1. Período de diseño económico para las estructuras de los sistemas	11
Tabla 2. Dotaciones de agua.....	13
Tabla 3. Consumo Público o institucional.....	13
Tabla 4. Consumo comercial.....	13
Tabla 5. Consumo industrial.....	14
Tabla 6. Distancia máxima entre pozos de visita sanitarios	25
Tabla 7. Coeficientes de rugosidad (Manning) para distintos materiales de tuberías	28
Tabla 8. Censos poblacionales de 1971, 1995 y 2005.....	33
Tabla 9. Tasas de crecimiento geométrico inter-censales.....	34
Tabla 10. Proyección de población.....	34
Tabla 11. Ubicación de colectoras y sub-colectoras en los barrios	35
Tabla 12. Cálculos aguas residuales (sub-colectora U a sub-colectora R)	37
Tabla 13. Cálculos aguas residuales (sub-colectora Q a sub-colectora O)	38
Tabla 14. Cálculos aguas residuales (sub-colectora N a sub-colectora L)	39
Tabla 15. Cálculos aguas residuales (sub-colectora K a sub-colectora H).....	40
Tabla 16. Cálculos aguas residuales (sub-colectora G a sub-colectora D)	41
Tabla 17. Cálculos aguas residuales (sub-colectora C a colectora A).....	42
Tabla 18. Cálculos aguas residuales (Emisario descarga).....	43
Tabla 19. Cálculos topográficos (sub-colectora U a sub-colectora S)	44
Tabla 20. Cálculos topográficos (sub-colectora R a sub-colectora P)	45
Tabla 21. Cálculos topográficos (sub-colectora O a sub-colectora M)	46
Tabla 22. Cálculos topográficos (sub-colectora L a sub-colectora I)	47

Tabla 23. Cálculos topográficos (sub-colectora H a sub-colectora E)	48
Tabla 24. Cálculos topográficos (sub-colectora D a sub-colectora B)	49
Tabla 25. Cálculos topográficos (colectora A y emisario descarga)	50
Tabla 26. Profundidad pozos de visita sanitarios	51
Tabla 27. Cálculos hidráulicos (sub-colectora U a sub-colectora S).....	52
Tabla 28. Cálculos hidráulicos (sub-colectora R a sub-colectora P).....	53
Tabla 29. Cálculos hidráulicos (sub-colectora O a sub-colectora M).....	54
Tabla 30. Cálculos hidráulicos (sub-colectora L a sub-colectora I).....	55
Tabla 31. Cálculos hidráulicos (sub-colectora H a sub-colectora E).....	56
Tabla 32. Cálculos hidráulicos (sub-colectora D a sub-colectora B).....	57
Tabla 33. Cálculos hidráulicos (colectora A y emisario descarga).....	58
Tabla 34. Resumen diseño alcantarillado sanitario	59
Tabla 35. Resumen pozos de visita sanitarios	59
Tabla 36. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	62
Tabla 37. Resumen datos encuesta	Anexo I
Tabla 38. Datos demográficos	Anexo I
Tabla 39. Relaciones hidráulicas de Manning	Anexo II
Tabla 40. Registro Caudales – Sistema Tratamiento	Anexo IV
Tabla 41. Operación y Mantenimiento – Sistema Tratamiento	Anexo V

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Curva hidráulica de Manning para tubería circular..... 29

Gráfico 2. Censo nacional Somoto 1971, 1995 y 2005 34



RESUMEN

Las aguas residuales son producto de las actividades domésticas, contienen una mezcla de materiales fecales y desperdicios de diferentes tipos.

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, este es imprescindible para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de las personas. Sin embargo en los países en desarrollo es mínimo en relación con las redes de agua potable y esto genera importantes problemas sanitarios.

En el presente trabajo de graduación se presenta una propuesta de diseño de alcantarillado sanitario para los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz, en donde su sitio de vertido son lagunas de estabilización antecedido por un tanque imhoff, existentes en la zona.

Inicialmente se detallan las condiciones geográficas, climatológicas, socioeconómicas, poblacionales entre otras características del municipio de Somoto. Posteriormente se muestra la teoría que acompaña los diseños de sistemas de drenaje sanitario.

Se presenta además el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz, así como especificaciones técnicas, planos, detalles constructivos y presupuesto de dicho sistema.

Finalmente se patentizan las conclusiones y recomendaciones finales, estas son imperativas y deben tomarse en cuenta si lo que se busca es la calidad del sistema y máxima eficiencia posible.

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

Se denomina red de alcantarillado o red de saneamiento, al conjunto de tuberías que se usa para la recogida y traslado de aguas residuales, pluviales o industriales desde el lugar en el que se generan, hasta el que se vierten o se tratan.

Normalmente están constituidos por tuberías que funcionan por presión atmosférica bajo la vía pública.

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, el acceso al agua potable y al saneamiento es imprescindible para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de las personas.

De acuerdo con Carmona Pérez (2013), las aguas residuales son producto de las actividades domésticas, estas contienen una mezcla de materiales fecales y desperdicios de diferentes tipos, el cual si no existe una red de drenaje genera un problema para la población, ya que no se encuentra un lugar adecuado donde verter dicha agua.

Todo esto es debido a que en zonas de desarrollo, las autoridades municipales dan prioridad a la red de agua potable, relegando a un futuro la construcción de la red de alcantarillado, sin embargo en la actualidad la existencia de redes de drenaje son un requisito para aprobar la construcción de nuevas urbanizaciones.

Es para solucionar esta problemática que en el presente trabajo se propone un diseño de alcantarillado sanitario para los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz, presentando planos y especificaciones técnicas, así como los alcances del proyecto, presupuesto y recomendaciones generales, basado en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON.

1.2. Antecedentes

El municipio de Somoto pertenece al departamento de Madriz, siendo este su cabecera departamental, cuenta con una superficie territorial de 466.18 Km² y una altitud media de 711 m.s.n.m

El área urbana actualmente con servicios de escuela primaria, instituto nacional, polideportivo, unidades de salud y hospital, transporte público, energía eléctrica, agua potable y recolección de desechos sólidos. Las principales actividades de la zona son la agricultura y la ganadería, sin contar con mayor actividad comercial, ni fuentes de empleo fijo, con pequeños comercios entre los cuales residen ferreterías, tiendas, bazares, entre otros.

Se tiene registro de que en el año 1981 la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados sanitarios ENACAL, junto a su ente regulador INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios) diseñó y construyó el sistema de alcantarillado sanitario, desde entonces se han realizado no muchas ampliaciones, las cuales fueron ramales de colectores y pequeñas ampliaciones de conexiones domiciliarias, en donde informes emitidos por ENACAL afirman que dicho sistema se encuentra en un estado aceptable.

A pesar de esto, el municipio de Somoto aún cuenta con sectores que no poseen un servicio de aguas residuales, como es el caso de los barrios San Ramón y Concepción de María, obligando a sus habitantes a verter el agua proveniente de uso doméstico a las calles, al uso de letrinas y en algunos casos a tratar dicha agua con fosas sépticas, esto genera una situación poco favorable a la salud humana debido a los agentes patógenos y microorganismos nocivos que estas contienen.

1.3. Justificación

En este trabajo monográfico se pretende realizar el diseño de un sistema de Alcantarillado Sanitario, analizando cada uno de los elementos que componen dicho sistema (Colectores Primarios, Secundarios y Terciarios, Emisarios, Pozos de Visita Sanitaria, Lugar de Vertido, etc.), que en conjunto puedan satisfacer los requerimientos de los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz, en cuanto a evacuación de aguas residuales se refiere.

Estas aguas residuales si no son descargadas correctamente, generan problemas a la comunidad en general, ya que contienen bacterias, desechos fecales, y demás microorganismos nocivos para la salud humana.

En la zona urbana, municipio de Somoto, departamento de Madriz, las excretas son dispuestas a través de letrinas o tratadas por medio de fosas sépticas y las aguas provenientes de uso doméstico en su mayoría son descargadas directamente a las calles, generando un ambiente idóneo para la proliferación de epidemias, además de esto produciendo malos olores y mal aspecto visual.

Según las autoridades municipales se busca mejorar la calidad de los servicios con que actualmente cuentan los habitantes del municipio de Somoto, para impulsar el desarrollo y atraer inversiones como el turismo, agricultura entre otros. También se pretende que ayudaría a darle un mejor aspecto a la ciudad que beneficiará a su desarrollo.

Al diseñar el sistema de alcantarillado de aguas negras se evitará el uso de letrinas y fosa séptica lo cual eliminaría el problema de la falta de espacio, la infiltración de patógenos y contaminantes directos al suelo, que conlleva al deterioro de los mantos acuíferos.

Somoto es de esos municipios, con comunidades cercanas, que se ven afectados al no contar con el servicio de drenaje sanitario, por ello se pretende diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de Alcantarillado Sanitario para los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz.

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Efectuar el estudio de demanda poblacional, que estime el crecimiento al final del periodo de diseño.
2. Realizar levantamiento topográfico de la zona en estudio que ayude al diseño de la red de aguas residuales.
3. Elaborar diseño hidráulico de todos los elementos del sistema, para el evacuado de aguas residuales en laguna de estabilización existente.
4. Proporcionar los planos, perfiles y especificaciones técnicas de los elementos que componen el sistema de alcantarillado sanitario, en base a normativas nacionales.
5. Formular un presupuesto detallado que brinde una perspectiva económica de todo el sistema de alcantarillado sanitario.

1.5. Descripción del área de estudio

1.5.1. Historia del municipio de Somoto

El origen de la población de Somoto se remonta a la época prehispánica, pero fueron los españoles quienes finalmente poblaron la denominada "Santiago de Tepe Somoto" según cédulas reales de 1591.

El 22 de enero de 1867 durante el gobierno del general Fernando Guzmán se le concede el título de Villa y por ley el 24 de marzo de 1895, el gobierno de José Santos Zelaya le otorga el título de ciudad (Ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Escudo municipal de Somoto



Fuente: www.wikipedia.org/Somoto

Desde el 11 de noviembre de 1936 es cabecera del departamento de Madriz, fecha en que se separó de Nueva Segovia.

1.5.2. Características geográficas

La Villa de Santiago de los Caballeros de Somoto Grande o Somoto es una ciudad de Nicaragua, cabecera departamental de Madriz, situada a 216 kilómetros al norte de la ciudad de Managua, capital del país centroamericano.

Actualmente es conocida como "La Capital de la Amistad" o "La Ciudad de los Burros" dado al cariño que tradicionalmente se les ha tenido a estos nobles animales.

Para el 2005, año en que fue realizado el último censo nacional, su población fué de 35000 habitantes (INIDE, 2005). Actualmente se estima en base a los últimos 3 censos aplicados que su población ronda los 59000 habitantes aproximadamente.

1.5.3. Ubicación del área de estudios

El municipio de Somoto pertenece al departamento de Madriz, Limita al Norte y noreste con el departamento de Nueva Segovia, al sur con Estelí, con Jinotega al sureste, con la República de Honduras al oeste y al suroeste con el municipio de San Francisco del Norte, departamento de Chinandega.

Las coordenadas geodésicas centrales son 13°29'00"N 86°35'00"O.

Ilustración 2. Macro localización del proyecto



Fuente: www.wikipedia.org/Somoto

Los barrios San Ramón y Concepción de María están ubicados en la parte norte del municipio de Somoto. Limitan al norte con la comunidad de Cacaúlí, al sur con la zona urbana de Somoto, al noroeste con la comunidad Tierras Blancas y con la comunidad El Cerrito al este.

Las coordenadas geodésicas centrales de los barrios son 13°29'45"N 86°34'46"O.

Ilustración 3. Micro localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

1.5.4. Geomorfología

El municipio de Somoto se encuentra en una planicie (de ahí el nombre Valle de Somoto), hacia el suroeste de Somoto se extiende la serranía de Tepesomoto, que tiene como puntos culminantes el llamado volcán Somoto (1.730 m), La Patasta (1.736 m, el más elevado del departamento), Arenal (1.625) y El Horno (1.535 m); en ellos la humedad y la altura favorecen el cultivo del café.

Ilustración 4. Imagen satelital del municipio de Somoto



Fuente: Elaboración propia – Google Earth

A través de Somoto fluye el río Musunce, sin obviar el río Coco o Segovia, el cual es el principal agente erosivo del Monumento Nacional “Cañón de Somoto”.

El área urbana del municipio de Somoto drena sus aguas residuales hacia el Norte de la ciudad, a lagunas de estabilización que se encargan del tratamiento de dichas aguas.

1.5.5. Socio-Economía del municipio

Las actividades comerciales más importantes de Somoto son la producción de café, la agricultura, la ganadería y las rosquillas, reconocidas internacionalmente.

Dentro de la ganadería reside la crianza de ganado: Vacuno, porcino, caballar y mular, así como aves de corral (gallinas, patos, chumpes, etc.) y los productos agrícolas de mayor cultivo son: Granos básicos, hortalizas y plantas frutales, (ASODECOM).

Somoto no posee una actividad comercial importante, ni hay fuentes de empleo fijo, los únicos empleadores son las unidades de salud, ENACAL (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios), la Alcaldía Municipal, escuelas públicas y el Complejo Judicial; los negocios que existen con mayor frecuencia son tiendas, bazares, ferreterías, agro-servicios entre otros.

1.5.6. Atractivos turísticos

El Templo Parroquial de Santiago Apóstol, hecha de adobe se construyó en 1661 en estilo colonial temprano con cubierta de tejas de barro y columnas de madera. Su presente fachada y campanario se construyeron en 1875 (Ver Ilustración 5).

Ilustración 5. Iglesia de Santiago Apóstol en Somoto



Fuente: www.laprensa.com.ni/el_templo_de_somoto_una_reliquia_de_madriz

A pocos kilómetros, se encuentra el Monumento nacional Cañón de Somoto, uno de los principales atractivos turísticos del país (Ver Ilustración 6)

Ilustración 6. Cañón de Somoto



Fuente: www.wikipedia.org/Monumento_nacional_Cañón_de_Somoto

1.5.7. Condiciones climatológicas

La temperatura oscila entre los 23° y 24° C hasta los 32° C, presentándose las más elevadas en los meses de febrero a julio y las más bajas de agosto a enero.

Las precipitaciones van desde 800 mm hasta los 1200 mm, un porcentaje de humedad del 54%, y una velocidad del viento de 9 mph.

1.5.8. Topografía

Ilustración 7. Mapa topográfico del municipio de Somoto



Fuente: www.mapas.owje.com/mapa_de_somoto_madriz_nicaragua

La topografía del área urbana del municipio de Somoto es relativamente plana, en general es un valle con pequeñas ondulaciones, concentrando sus terrenos más elevados al sur-este y sur-oeste de la ciudad, donde se ubican los cerros que la rodean (Ver Ilustración 7).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estudios topográficos

Una vez reconocida el área perimetral de la población y preseleccionados los sitios convenientes para estaciones de bombeo, planta de tratamiento y lugar para descarga de las aguas residuales, se procederá a efectuar los levantamientos topográficos de conjunto. Básicamente, estos levantamientos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada.

El proyectista deberá utilizar como punto de partida de cualquier levantamiento topográfico a realizar, la Red Geodésica Nacional, tanto en el levantamiento planimétrico como altimétrico y deberá cumplir con las recomendaciones que al respecto indique INETER. El levantamiento topográfico se deberá amarrar a la Red Geodésica Nacional de por lo menos dos puntos o mojones aprobados por INETER, convenientemente referenciados y protegidos de tal manera que pueda reconstruirse a partir de ellos el levantamiento de campo realizado, presentándose los resultados en coordenadas UTM (Control Geodésico de la Red Nacional).

2.2. Periodos de diseño económico para los componentes del sistema

Cuando se trata de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los periodos de diseño para cada componente del sistema.

El contenido de la tabla siguiente debe considerarse normativo para éstos aspectos:

Tabla 1. Período de diseño económico para las estructuras de los sistemas

Tipo de estructura	Características especiales	Período de diseño (Años)
Colectores Principales	Difíciles y Costosos de Agrandar	10 a 50
Emisarios de Descarga		
Tuberías Secundarias hasta Ø 375 mm		25 ó más
Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas	Pueden desarrollarse por etapas. Deben considerarse las tasas de interés por los fondos a invertir.	10 a 25
Edificios y Estructuras de Concreto		50
Equipos de Bombeo:		
a) De Gran Tamaño		15 a 25
b) Normales		10 a 15

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

Se tomará un periodo de diseño económico de 20 años, puesto que la complejidad del sistema así lo plantea.

2.3. Proyecciones poblacionales

La determinación de la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad es fundamental para el proyecto de instalaciones de recolección, bombeo, tratamiento y evacuación y futuras extensiones del servicio. Por consiguiente es necesario predecir la población para un número de años, que será fijado por los períodos económicos del diseño.

El método de cálculo aplicable al presente diseño de alcantarillado sanitario propuesto por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense – Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillados Sanitarios y Tratamiento de Aguas Residuales. INAA (2005), es el siguiente:

Comentado [U1]: Especificar norma

2.3.1. Tasa de crecimiento geométrico

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

1- Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.

2- Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.

3- Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:

a) Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.

b) Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.

c) No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

2.4. Tipos de consumo

El Sistema de Alcantarillado de Aguas Residuales está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua; así que los aportes de aguas que circulan por esas tuberías están casi en su totalidad constituidos por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales etc. Sin embargo se puede observar que no toda el agua abastecida por el acueducto vuelve, en forma de agua usada a la cloaca, debido a que una parte es descargada fuera del sistema de recolección.

2.4.1. Consumo doméstico (CD)

Se deberán revisar las estadísticas operativas del sistema de agua potable de los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, en la tabla siguiente del NTON se muestran valores guías de dotación de agua aplicables para todas las localidades del país excepto Managua.

Tabla 2. Dotaciones de agua

Rango de población	Dotación L/hab/día
0 - 5,000	100
5,000 - 10,000	105
10,000 - 15,000	110
15,000 - 20,000	120
20,000 - 30,000	130
30,000 - 50,000	155
50,000 - 100,000 y más	160

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

2.4.2. Consumo Público o institucional (CP)

Este se obtendrá en base a la tabla de la NTON, el cual asigna un porcentaje del 7% de acuerdo a la dotación domestica diaria (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Consumo Público o institucional

Consumo	Porcentaje
Publico o Institucional	7

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

2.4.3. Consumo comercial (CC)

Este se obtendrá en base a la tabla de la NTON, el cual asigna un porcentaje del 7% de acuerdo a la dotación domestica diaria (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Consumo comercial

Consumo	Porcentaje
Comercial	7

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

2.4.4. Consumo industrial (CI)

Este se obtendrá en base a la tabla de la NTON, el cual asigna un porcentaje del 2% de acuerdo a la dotación domestica diaria (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Consumo industrial

Consumo	Porcentaje
Industrial	2

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

2.5. Alcantarillado sanitario

En el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios en general se inician con el abastecimiento de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras escalonadas en bien de su economía.

Como consecuencia se presenta el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales, en donde nuestro país, estudios realizados por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (INAA, Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios, 2005), revela que del total de agua abastecida a la población, un 20% es utilizado netamente para el consumo y un 80% es el porcentaje que entra a las alcantarillas. Se requiere así la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para eliminar las aguas negras que produce una población.

Según McGhee (1999), se denomina alcantarillado sanitario a:

Sistema que está integrado por tuberías y estructuras complementarias necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población.

El destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta el re-uso, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio.

Los desechos líquidos de un núcleo urbano, después de haber pasado por las diversas actividades de una población, se componen esencialmente de agua, más sólidos orgánicos disueltos y en suspensión.

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios.

Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades municipales o departamentales estaba más ocupada en construir redes de agua potable, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado.

2.6. Elementos del alcantarillado sanitario y obras accesorias

Todo sistema de alcantarillado consiste principalmente en:

- Una red de tuberías o colectores (abiertos y cerrados).
- Otras estructuras hidráulicas que se integra de las partes siguientes:

2.6.1. Estructuras de captación

Recolectan las aguas a transportar. En el caso de los sistemas de alcantarillado sanitario, se refieren a las conexiones domiciliarias o acometidas.

2.6.2. Obras de conducción

Transportan las aguas recolectadas por las estructuras de captación hacia el sitio de tratamiento o vertido. Representan la parte medular de un sistema de alcantarillado y se forman con conductos cerrados y abiertos conocidos como tuberías y canales, respectivamente, que pueden ser de los materiales siguientes:

- Concreto simple.
- Concreto reforzado.
- Fibrocemento.
- Polietileno.
- Poli cloruro de vinilo o PVC.
- Hierro fundido

Siendo los últimos dos los más usados.

En nuestro medio el que más se utiliza es el PVC rígido, se utiliza para alcantarillas pluviales, conexiones domiciliarias y también para alcantarillas de aguas residuales.

Es un material que no se inflama fácilmente y puede unirse con pegamento. Disminuye su resistencia al aumentar la temperatura y se resquebraja cuando ésta disminuye. El hierro fundido es resistente a muchos tipos de residuos químicos y puede soportar cargas externas pesadas. Generalmente, las tuberías tienen un revestimiento bituminoso que se adhiere a la superficie.

Las tuberías de hierro fundido se utilizan para redes de alcantarillado sujetas a cargas extremas, al igual que para drenar terrenos normales o agresivos. Son las más adecuadas para la construcción de estructuras, como por ejemplo pasos aéreos, que en algunas ocasiones deben diseñarse en las redes de alcantarillado.

Estos 2 materiales son los más utilizados en Nicaragua, según la Empresa Nicaragüense de acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), debido a su fácil instalación, bajo costo y excelentes propiedades mecánicas.

Todas estas tuberías y estructuras se fabrican con materiales que deben cumplir ciertas especificaciones químicas, mecánicas y estáticas. Dichas condiciones se determinan en base a la calidad de las aguas residuales, el flujo hidráulico, el tipo de suelo y los costos.

La calidad del agua residual es el factor más importante al momento de seleccionar los materiales de construcción de tuberías y estructuras. Este factor se determina a partir de los tipos de agua residual. La agresividad química se clasifica de acuerdo a la concentración del ión de Hidrógeno o valor de pH.

Los conductos dentro de la red son:

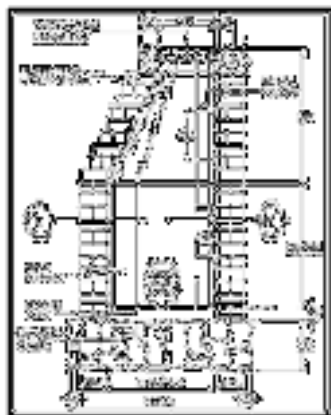
- **Emisario final (Emisor):** Conduce las aguas hasta el punto de vertido o tratamiento. Una red puede tener más de un emisor dependiendo del tamaño de la localidad, se le distingue de los colectores porque no recibe conexiones adicionales en su recorrido.

- **Colector principal (Colectores):** Son tuberías de gran diámetro que transportan las aguas servidas hasta su destino final, generalmente ubicadas en las partes más bajas de las ciudades.
- **Colectores Terciarios (Conexiones domiciliarias):** Son tuberías de diámetro pequeño que pueden estar bajo tierra, debajo de veredas y conectadas a subcolectores.
- **Colector secundario (Subcolectores):** Son colectores que recogen las aguas residuales de los colectores terciarios y conducen a los colectores principales. Se ubican enterradas en las vías públicas.

2.6.3. Estructuras de conexión y mantenimiento

Facilitan la conexión y mantenimiento de los conductos que forman la red de alcantarillado, pues además de permitir la conexión de varias tuberías, incluso de diferente diámetro o material, también disponen del espacio suficiente para que un hombre baje hasta el nivel de las tuberías y maniobre para llevar a cabo la limpieza e inspección de los conductos. Tales estructuras son conocidas como pozos de visita sanitarios.

Ilustración 8. Detalle pozo de visita sanitario (P.V.S.)



Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

2.6.4. Estructuras de vertido

Son estructuras terminales que protegen y mantienen libre de obstáculos la descarga final del sistema de alcantarillado, pues evitan posibles daños al último tramo de tubería que pueden ser causados por la corriente a donde descarga el sistema o por el propio flujo de salida de la tubería.

2.6.5. Obras complementarias

Se considera dentro de este grupo a todas aquellas instalaciones que no necesariamente forman parte de todos los sistemas de alcantarillado, pero que en ciertos casos resultan importantes para su correcto funcionamiento.

2.6.6. Estructuras de cruce

Una estructura de cruce permite el paso de la tubería por debajo o sobre obstáculos que de otra forma impedirían la construcción de una red de alcantarillado. Un ejemplo de ello son los sifones invertidos, estos permiten salvar obstrucciones tales como arroyos, ríos, otras tuberías, túneles, vías de comunicación (pasos vehiculares a desnivel), etc.

2.7. Planos constructivos

Según Norma Técnica Nicaragüense, las dimensiones de las láminas deberán ser las siguientes: largo 0.90 m – ancho 0.60 m, dejándose un margen de 0.90 x 0.04 m en la parte inferior para colocar el rotulado e información que deberá llevar la lámina. En la parte superior se formará un marco 0.85 x 0.53 m donde se realizarán los dibujos. Las láminas deberán llevar dibujada la dirección Norte-Sur.

Las escalas podrán ser las siguientes:

Ubicación general, 1:5000

Planta general, 1:1000

Perfiles: Horizontal 1:1000 – Vertical 1:100 o bien Horizontal: 1:500 – Vertical: 1:50

Detalles: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.

2.8. Presupuesto del sistema

El presupuesto de un proyecto es la suma total de dinero asignado con el propósito de cubrir todos los gastos del proyecto durante un periodo de tiempo específico. El fin de la gerencia del presupuesto es controlar los costos del proyecto dentro del presupuesto aprobado y entregar las metas esperadas del proyecto.

Un proyecto exitoso es aquel que alcanza cuatro criterios de éxito: que el alcance del proyecto sea entregado de acuerdo al cronograma, dentro del presupuesto y, que una vez entregado, llene las expectativas de calidad de los donantes y beneficiarios. Para que los gerentes de proyectos alcancen realmente el éxito, estos tienen que concentrarse en alcanzar todos esos criterios. (PM4DEV, 2009)

3. DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio se caracteriza por ser de tipo explicativo – analítico, debido a que se da a conocer la realidad social y con ello la problemática que se vive por no contar con el servicio de un sistema de alcantarillado sanitario.

Este estudio a nivel de anteproyecto nace de la irrefutable necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario en los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz, que pueda contribuir con la iniciativa de este tipo de servicio que se vuelve en una de las mayores necesidades para esta población.

3.1. Herramientas de análisis de datos

Google Earth: Software satelital empleado para ver la ubicación del local, conocer latitud, longitud y altitud del sitio.

Paquete de Microsoft Office 2013: Software Microsoft Word, Excel y PowerPoint, para realizar el documento de tesis, las tablas de diseño de alcantarillado sanitario, presupuesto y presentación del proyecto, respectivamente.

AutoCAD 2016: Software usado para la elaboración de los planos del sistema de alcantarillado sanitarios.

CivilCAD 2016: Software utilizados para el procesamiento de base de datos en Excel y elaboración de plano topográfico.

3.2. Encuesta

La encuesta es realizada como un proceso de diseño investigativo del problema existente en los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto en cuanto a evacuación de aguas residuales se refiere.

Debido a su naturaleza son un método estadístico de tipo cuantitativo, en el cual se pretende elaborar el formato para posteriormente aplicarlo en el sector de interés para el estudio.

Posteriormente esté formato aplicado será procesado minuciosamente, brindando datos imperativos para realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

3.3. Entrevista

La entrevista, al igual que la encuesta es un proceso investigativo, en el cual se pretende recopilar no solo información de los barrios San Ramón y Concepción de María, sino ideas, opiniones y sugerencias de quienes serán los beneficiados con el sistema de alcantarillado sanitario.

Para ello previamente se diseñará una estructura formal la cual será estandarizada para todos los entrevistados, dicha entrevista es un método estadístico de tipo cualitativo.

Antes de ser aplicada se identificarán personajes claves a entrevistar, ya sean estos jefes de familia o líderes de los barrios, para finalmente analizar los datos obtenidos, datos que son imprescindibles en el diseño de alcantarillado sanitario.

3.4. Levantamiento topográfico

Los levantamientos topográficos para realizar el diseño correspondiente deberán cumplir con los requisitos de precisión, cierre y metodología que se indican en la Norma Técnica Nicaragüense, estos son:

- El levantamiento altimétrico deberá referenciarse obligadamente a un BM Geodésico. Se harán estacionamientos no mayores de 20 m y se tomarán todos los accidentes que se presenten entre estos estacionamientos, tales como cauces, depresiones, cunetas, alcantarillas y otras tuberías existentes, etc.
- Se deberá conformar al menos una poligonal cerrada de manera que se logre comprobar el cierre.
- La precisión lineal no deberá ser menor de 1/3000. En el caso de poligonales cerradas el error angular **Ea** deberá ser igual o menor de $n\frac{1}{2}$ siendo **n** el número de ángulos del polígono y **Ea** expresado en segundos sexagesimales.
- En lugares convenientemente ubicados que garanticen su conservación, se colocarán mojones que permitan el replanteo del polígono, éstos deberán colocarse antes del inicio de las mediciones y no se permitirá su colocación posterior al levantamiento.

Los mojones consistirán en un cilindro de concreto simple de 0.10 m de diámetro y 0.80 m de largo con una varilla de acero de $\frac{3}{4}$ " en el centro, sobre saliendo de la superficie del suelo 0.05 m.

- El error de cierre en nivelación **En** deberá ser igual o menor que $30(L)^{\frac{1}{2}}$ siendo L la longitud nivelada en km. y **En** expresado en mm.

- Las curvas de nivel tendrán un intervalo de 0.50 m a 1.00 m y en terreno accidentado el intervalo será mayor.

3.5. Proyección de población

El estudio de demanda poblacional al final del periodo de diseño es quizás la principal base para que el sistema de alcantarillado sanitario funcione eficientemente durante toda su vida útil, es por tanto que se tendrá especial rigor al calcular la proyección poblacional.

La población futura P_n , será estimada con base a la población inicial P_o , levantamientos censales, estadísticas continuas y otras investigaciones demográficas (muestreos, crecimiento vegetativo, fecundidad, población flotante, etc.), para ello se indagarán los censos históricos nacionales elaborados por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo INIDE para los periodos de 1971, 1995 y 2005 respectivamente.

El método de proyección a usarse será el Geométrico, debidamente justificado conforme a la normativa aplicable NTON, utilizando los datos obtenidos en encuestas y aplicando las formulas siguientes:

$$Pf = Pb (1 + kg)^n \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Puede tomarse un valor **kg** promedio entre los censos o un **kg** entre el primer censo y el último censo disponible, o sea que se calcularía como:

$$kg = \left(\frac{Pf}{Pb} \right)^{1/n} - 1 \quad \text{(Ecuación 2)}$$

En donde:

kg: Constante de crecimiento de población geométrica.

Pf: Población proyectada o del último censo.

Pb: Población base o inicial.

n: Periodo de diseño

Para la proyección será imperativo contar con los censos de Somoto en los periodos ya mencionados, de esta manera se obtendrán 2 tasas de crecimiento, una para el periodo 1 (entre 1971 – 1995) y otra para el periodo 2 (1995 – 2005), utilizando la Ecuación 2.

De estas 2 tasas de crecimiento se obtendrá el promedio, el cual debe estar comprendido entre 2.5% y 4%.

Dicha tasa de crecimiento es la utilizada para proyectar la población base de los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, al final del periodo de diseño.

3.6. Caudales de aguas residuales

3.6.1. Gasto de infiltración

Se deberá considerar para el diseño de alcantarillado sanitario una infiltración potencial a lo largo de la tubería, el cual será de polivinilo de cloruro PVC. Según la NTON dicho gasto de infiltración será igual a:

$$Q_{inf} = 2L/hora/100\text{ m de tubería y por cada }25\text{ mm de diámetro} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

3.6.2. Gasto medio

Según la NTON, el gasto medio de aguas residuales domésticas se deberá estimar igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

3.6.3. Gasto mínimo de aguas residuales

Para la verificación del gasto mínimo en las alcantarillas se deberá aplicar la siguiente relación según normativa nicaragüense:

$$Q_{min} = \frac{1}{5} * Q_{med}. \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Siempre y cuando sea mayor a 1.50 lts/seg. (Descarga de 1 inodoro)

3.6.4. Gasto máximo de aguas residuales

El gasto máximo de aguas residuales domésticas se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon, método avalado por la NTON.

$$F.Harmon = \left[1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}} \right] \quad \text{(Ecuación 5)}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = F.Harmon * Q_{med} \quad \text{(Ecuación 6)}$$

En donde:

F. Harmon: Factor de relación de Harmon, el cual deberá tener un valor no menor de 1.80 m, ni mayor de 3.00.

P: Población servida, en miles de habitantes.

Qmed: Gasto medio de aguas residuales domésticas.

Qmáx: Gasto máximo de aguas residuales.

3.6.5. Gasto de diseño

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria.

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas según NTON deberá calcular de la forma siguiente:

$$Qd = Q_{m\acute{a}x.} + Q_{inf.} + Q_{com.} + Q_{ind.} + Q_{inst.} \quad (\text{Ecuaci3n 7})$$

En donde:

Qd: Gasto o caudal de dise1o.

Qmáx: Gasto máximo de aguas residuales.

Qinf: Gasto de infiltraci3n.

Qcom: Gasto comercial.

Qind: Gasto industrial.

Qinst: Gasto institucional o público.

3.7. Dise1o pozos de visita sanitarios (P.V.S.)

3.7.1. Ubicaci3n

Se deberán ubicar pozos de visita (PVS) o cámaras de inspecci3n, en todo cambio de alineaci3n horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "Registros terminales" (cleanout), todo esto según la NTON.

3.7.2. Distancia máxima entre pozos

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente:

Tabla 6. Distancia máxima entre pozos de visita sanitarios

Con equipo tácticamente avanzado	
Diámetro (Ø) (mm)	Separaci3n Máxima (m)
150 a 400	150
450 y mayores	200

Con equipo tradicional	
Diámetro (Ø) (mm)	Separación Máxima (m)
150 a 400	100
450 y mayores	120

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

Para el diseño de Pozos de Visita Sanitarios se tomará como criterio una separación máxima de 100 m, según indica la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON.

3.7.3. Profundidad de los pozos

La profundidad de los pozos de visita sanitarios será mayor a 1.20 m, puesto que la tubería recolectora de aguas residuales deberá ubicarse debajo de la tubería de agua potable, como lo indica la Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2009).

Según NTON, para pozos con profundidades mayores a 3 m se deberá calcular el grosor de la pared para que resista los esfuerzos al que estará sometida.

3.8. Diseño de colectores primarios, secundarios y terciarios

La red se inicia con la descarga domiciliar a partir del paramento exterior de las edificaciones. El diámetro de la conexión domiciliar en la mayoría de los casos es de 15 cm (6"), siendo éste el mínimo aceptable según la Normativa NTON.

El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, de esta manera se obtienen los mayores diámetros en los tramos finales del sistema.

En los tramos de conexión domiciliar la profundidad de tuberías será de 1.20 a 3 m para protegerlas de variaciones de carga viva o de impacto.

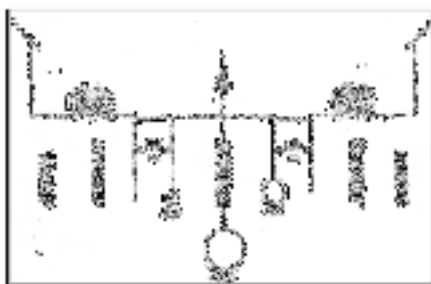
Si el espesor es menor a 1.20m deberá colocarse losetas de hormigón armado sobre muros laterales de mampostería y a profundidades mayores de 3.00m se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas domiciliarias.

Mientras que para tuberías instaladas en pasajes peatonales la profundidad mínima será de 0.8m sin necesidad de protecciones. Todo esto según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON para alcantarillado sanitario.

Se debe considerar que la pendiente mínima en los tramos iniciales de la red será de 1% y en casos debidamente justificados se aceptará pendiente mínima de 0.5% siempre y cuando el colector sea de PVC y en tramos no iniciales. La red de alcantarillado se diseñará de tal manera que todos los colectores queden debajo de lo acueductos con una separación mínima de 20cm.

La ubicación de las alcantarillas es al lado opuesto de los acueductos, es decir al sur de las calles y al poniente en las avenidas, a 1.5 m del cordón y 0.60 m en pasajes peatonales.

Ilustración 9. Detalle típico de ubicación de tuberías en un derecho de vía



Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

El material de dichos colectores será de Policloruro de Vinilo (PVC), con un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.009 (Ver Tabla 7).

El diseño hidráulico de las tuberías está fundamentado en el método de Chezy-Manning, analizando el comportamiento a tubo lleno y a tubo parcialmente lleno, de esta manera se calculará la tensión tractiva (fuerza de arrastre), la cual debe ser capaz de conducir eficientemente todos los sólidos que fluyen constantemente a través del conducto.

Tabla 7. Coeficientes de rugosidad (Manning) para distintos materiales de tuberías

Material	Coeficiente "n"
Concreto	0.013
Polivinilo (PVC)	0.009
Polietileno (PE)	0.009
Asbesto - Cemento (AC)	0.010
Hierro Galvanizado (HG)	0.014
Hierro Fundido (HF)	0.012
Fibra de Vidrio	0.010

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

3.8.1. Análisis a tubo lleno

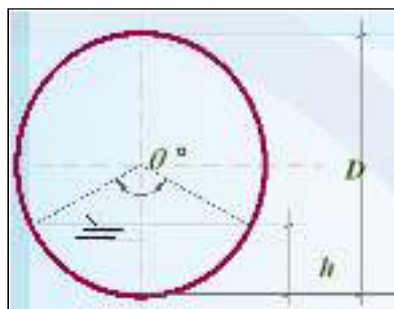
El flujo líquido de una tubería puede ser con superficie libre o bajo presión, lo que depende de si la conducción fluye llena o no. Sin embargo, las alcantarillas se proyectan esperando que fluyan llenas solamente en condiciones de flujo máximo, por lo tanto, se considera que la condición normal de flujo es la de un canal con una superficie de agua libre en contacto con el aire.

Se hará un análisis para comprobar el comportamiento del fluido cuando el tubo esté al 100% de su capacidad.

3.8.2. Análisis a tubo parcialmente lleno

Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características del flujo a sección llena y parcialmente llena (Ver Ilustración 10).

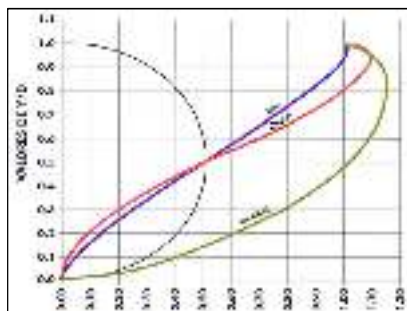
Ilustración 10. Sección circular para tuberías a sección parcialmente llena



Fuente: www.revistatlaloc.org.mx/antiores/edicion_48/ar_t_03_edi48.htm

Lo necesario a conocer es la relación $\frac{Q_{diseño}}{Q_{lleno}}$ y $\frac{V_{diseño}}{V_{lleno}}$. Para esto se pueden utilizar ecuaciones basadas en las fórmulas de manning, tablas, nomogramas o la curva hidráulica que comúnmente se utiliza por su fácil manejo aunque posee la incertidumbre de mínimos errores (Ver Gráfico 1).

Gráfico 1. Curva hidráulica de Manning para tubería circular



Fuente: www.revistatlaloc.org.mx/antiores/edicion_48/ar_t_03_edi48.htm

3.8.3. Tensión tractiva

La tensión tractiva ó fuerza de arrastre (τ), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. Se calculará con la ecuación:

$$\tau = W * RH * S \quad \text{(Ecuación 8)}$$

En donde:

τ : Tensión de arrastre (Pa).

W: Peso específico del fluido (N/m³).

RH: Radio hidráulico a gasto mínimo.

S: Pendiente mínima (m/m)

Se recomienda valor mínimo de τ : 1 Pa.

3.9. Diseño de obras complementarias

Se deberá diseñar obras complementarias según lo requiera el sistema de alcantarillado sanitario, dentro de estas se encuentran los sifones invertidos (estructura de cruce).

Dichas estructuras de cruce deben ser construidas con hierro fundido (HF), debido a que tienen que soportar las grandes presiones a las que estará sometido en todo el funcionamiento del sistema.

Además de esto el diseño de las tomas intra – domiciliarias, las cuales según NTON el diámetro mínimo de tubería es de 100 mm (4”), con su respectivo dispositivo de inspección, las cajas de registro.

Estos dispositivos de inspección normalmente cuentan con profundidades de hasta 60 cm, mientras que en casos especiales entre 60 cm y 120 cm cuando están ubicados en las aceras.

3.10. Planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario

Los planos constructivos del diseño propuesto de alcantarillado sanitario son el producto final del proceso de campo (levantamiento topográfico) y de los criterios de diseño que se describieron anteriormente.

Para su elaboración se toma en cuenta las escalas adecuadas, cajetín con datos generales del proyecto, además de una redacción clara y concisa, con el fin de que la propuesta de diseño sea una guía para un posible proyecto, en donde sea valorada y revisada minuciosamente.

Además de los planos de los componentes del sistema, se elaborarán también los perfiles tanto topográficos como de la tubería de aguas residuales.

Para todo esto se detallarán las especificaciones técnicas del proyecto, en donde se encontrarán órdenes específicas a tomar en cuenta en la ejecución física del sistema de alcantarillado sanitario.

3.11. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

Una vez realizado el diseño hidráulico de la red y concluida la depuración de la misma, se realiza la estimación del presupuesto de ejecución de la obra. El proceso de cálculo del presupuesto es relativamente sencillo, pero debido al elevado número de tramos y pozos proyectados en los planos, el proceso adquiere complejidad para poder llegar a esta etapa.

El objetivo de determinar los costos que conlleva la realización del sistema de alcantarillado sanitario, es el de indicar cuál sería aproximadamente el costo de ejecución de la totalidad del proyecto, bajo las condiciones y consideraciones establecidas en los planos.

El fundamento de los cálculos para el presupuesto se basa técnicamente en determinar la cantidad de obras para a su vez poder obtener la cantidad de materiales necesarias para su construcción, las cuales se multiplica por el precio obtenido por cotizaciones.

El cálculo de precio de mano de obras se puede obtener mediante el rendimiento (días/cantidad de obras) de la cuadrilla u obreros según el tipo de actividad, luego el número de días resultante se multiplica por el precio acordado o un precio establecido según el cargo del trabajador (oficial, ayudante, etc.).

Una vez obtenido el costo total de materiales y manos de obras se prosigue por determinar el resto de costos directos como supervisión, alquileres de equipos, traslados de materiales, entre otros, para luego continuar con el cálculo de los costos indirectos en dependencia del tipo de empresa así como la utilidad que esta obtendrá.

Para la elaboración del presupuesto se harán calicatas en la zona de estudio bajo la norma ASTM D420 - 69 (equivalente a la norma AASHTO T86 – 90), con una separación entre ellas de 300 m y con profundidad de 1.20 m, con el objetivo de conocer los estratos del suelo existente y de esta manera calcular los costos para la apertura de zanjas y agujeros para los PVS, puesto que estos difieren si es suelo blando o suelo rocoso.

4. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1. Período de diseño

El periodo de diseño fue determinado por medio de un listado de las estructuras, equipos y accesorios relevantes a emplearse, considerando que éste debe ser menor a la vida útil de los componentes que integran el sistema en cuanto a sus condiciones básicas, pudiendo así entender la demanda futura, densidad actual, saturación, durabilidad de los materiales y equipos utilizados, calidad de construcción, operación y mantenimiento.

Para la propuesta de alcantarillado sanitario de los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz, fue definido un periodo de diseño de 20 años puesto que la complejidad del sistema así lo plantea, de acuerdo a la tabla 3, Periodo de diseño económico para las estructuras de los sistemas - Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamientos de aguas residuales. INAA (2005).

4.2. Proyección de población

Como se indica en el acápite 3.5, la proyección de población es una de las bases fundamentales para el correcto y eficiente funcionamiento del sistema durante su vida útil.

Para ello se tomaron los datos poblacionales obtenidos en la encuesta realizada en los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto (Ver Anexo I).

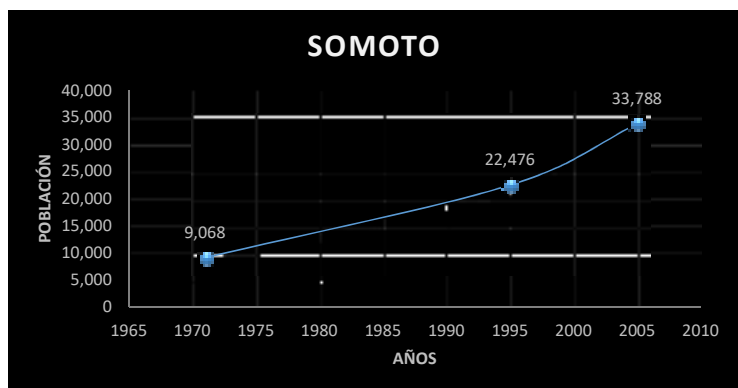
Inicialmente se deben calcular las tasas de crecimiento en los distintos períodos inter-censales para la población municipal, las que se calcularon con base en el método geométrico (Ecuación 2) y en los Censos de 1971, 1995 y 2005.

Tabla 8. Censos poblacionales de 1971, 1995 y 2005

CENSOS POBLACIONALES			
	1971	1995	2005
Somoto	9,068	22,476	33,788

Fuente: Elaboración propia con datos de INIDE.

Gráfico 2. Censo nacional Somoto 1971, 1995 y 2005



Fuente: Elaboración propia con datos de INIDE.

Tabla 9. Tasas de crecimiento geométrico inter-censales

TASAS DE CRECIMIENTO GEOMETRICO		
	Período 1	Período 2
Somoto	3.85%	4.16%
Promedio	4.01%	

Fuente: Elaboración propia con base en (Ecuación 2)

Promediar las tasas de crecimiento de los periodos inter-censales, para este caso se utilizará una tasa de 4%. Dicha tasa es aplicada a la población base en quinquenios, para el periodo de diseño establecido, utilizando (Ecuación 1).

Tabla 10. Proyección de población

PROYECCION CON TASA 4%		
n	Año	Población
0	2020	628
5	2025	764
10	2030	930
15	2035	1,131
20	2040	1,376

Fuente: Elaboración propia con base en tasa crecimiento de 4% y la (Ecuación 1).

4.3. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

La conformación del diseño de Alcantarillado Sanitario se divide en 3 partes fundamentales:

- Caudales de aguas residuales.
- Cálculos topográficos.
- Hidráulica del sistema.

Se muestra en la Tabla 11 la ubicación de las sub-colectoras en cada uno de los barrios objetos de estudio, así como la colectora principal, ver Anexo D (Lámina 1 de los planos).

Tabla 11. Ubicación de colectoras y sub-colectoras en los barrios

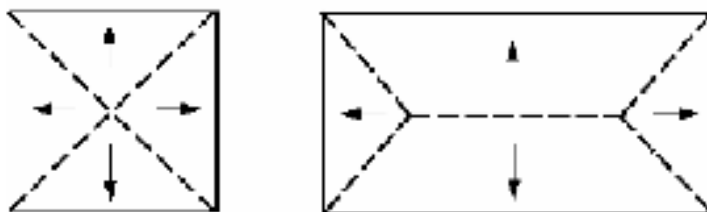
BARRIO	Sub-Colectoras		
San Ramón	U	T	S
	R	Q	P
	O	N	M
Concepción de María	L	K	J
	I	H	G
	F	E	D
	C	B	
Colectora A			
Emisario de Descarga			

Fuente: Elaboración propia con base en lámina 1 de los planos.

4.3.1. Caudales de aguas residuales

Los caudales para el diseño de cada tramo fueron obtenidos en función de su área tributaria. Para la delimitación de áreas, se tomó en cuenta el trazado de los colectores y sub-colectores, así como su influencia presente y futura. Se asignó áreas proporcionales de acuerdo a la figura geométrica que el trazado configura, esta dependerá de las características de las calles y la topografía del terreno, medidos en hectáreas (Ha). Ver Ilustración 11.

Ilustración 11. Determinación de áreas de servicio.



Fuente: <https://civilgeeks.com/2012/09/07/disenio-y-metodos-constructivos-de-sistemas-de-alcantarillado-y-evacuacion-de-aguas-residuales/>

El consumo doméstico, abordado en el acápite 2.4.1 será según la población de 100 lts/hab/día. (Ver Tabla 2)

Tabla 12. Cálculos aguas residuales (sub-colectora U a sub-colectora R)

TRAMO	P.V.S		LONGITUD (m)		AREA (Ha)		POBLACION (Hab)		Q prom	Q min	F. Harm	Q máx	Q inf	Q comercial	Q inst y Q pub	Q diseño
	Del	Al	Propia	Acumulada	Tributaria	Acumulada	Propia	Acumulada								
Sub Colectora U																
1	5	19	53.46	53.46	0.0875	0.0875	10	10	0.0093	1.5	3	0.0278	0.0018	0	0	0.0296
2	19	32	53.46	106.92	0.0875	0.1750	10	20	0.0185	1.5	3	0.0556	0.0036	0	0	0.0591
3	32	45	53.28	160.2	0.0880	0.1755	10	20	0.0185	1.5	3	0.0556	0.0053	0	0	0.0609
4	45	58	53.28	213.48	0.0880	0.2635	10	30	0.0278	1.5	3	0.0833	0.0071	0	0	0.0904
Sub Colectora T																
5	6	20	54.31	54.31	0.1751	0.1970	20	22	0.0204	1.5	3	0.0611	0.0018	0	0	0.0629
6	20	33	54.31	108.62	0.1751	0.3721	20	42	0.0389	1.5	3	0.1167	0.0036	0	0	0.1203
7	33	46	53.17	161.79	0.1760	0.4060	20	45	0.0417	1.5	3	0.1250	0.0054	0	0	0.1304
8	46	59	53.17	214.96	0.1760	0.5820	20	65	0.0602	1.5	3	0.1806	0.0072	0	0	0.1877
Sub Colectora S																
9	7	21	53.75	53.75	0.1751	0.2189	20	25	0.0231	1.5	3	0.0694	0.0018	0	0	0.0712
10	21	34	53.75	107.5	0.1751	0.3940	20	44	0.0407	1.5	3	0.1222	0.0036	0	0	0.1258
11	34	47	53.62	161.12	0.1760	0.5538	20	62	0.0574	1.5	3	0.1722	0.0054	0	0	0.1776
12	47	60	53.62	214.74	0.1760	0.7298	20	81	0.0750	1.5	3	0.2250	0.0072	0	0	0.2322
Sub Colectora R																
13	4	8	68.37	68.37	0.0875	0.0875	10	10	0.0093	1.5	3	0.0278	0.0023	0	0	0.0301
14	8	22	53.54	121.91	0.1751	0.2846	20	32	0.0296	1.5	3	0.0889	0.0041	0	0	0.0930
15	22	35	53.54	175.45	0.1751	0.4597	20	51	0.0472	1.5	3	0.1417	0.0058	0	0	0.1475
16	35	48	53.98	229.43	0.1760	0.6386	20	71	0.0657	1.5	3	0.1972	0.0076	0	0	0.2049
17	48	61	53.98	283.41	0.1760	0.8146	20	90	0.0833	1.5	3	0.2500	0.0094	0	0	0.2594

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Cálculos aguas residuales (sub-colectora Q a sub-colectora O)

TRAMO	P.V.S		LONGITUD (m)		AREA (Ha)		POBLACION (Hab)		Q prom	Q min	F. Harm	Q máx	Q inf	Q comercial	Q inst y Q pub	Q diseño
	Del	Al	Propia	Acumulada	Tributaria	Acumulada	Propia	Acumulada								
Sub Colectora Q																
18	3	9	68.14	68.14	0.1751	0.1751	20	20	0.0185	1.5	3	0.0556	0.0023	0	0	0.0578
19	9	23	53.33	121.47	0.1751	0.3940	20	44	0.0407	1.5	3	0.1222	0.0040	0	0	0.1263
20	23	36	53.33	174.8	0.1751	0.5691	20	63	0.0583	1.5	3	0.1750	0.0058	0	0	0.1808
21	36	49	54.11	228.91	0.1760	0.7357	20	82	0.0759	1.5	3	0.2278	0.0076	0	0	0.2354
22	49	62	54.11	283.02	0.1760	0.9117	20	101	0.0935	1.5	3	0.2806	0.0094	0	0	0.2900
Sub Colectora P																
23	2	10	68.05	68.05	0.1629	0.1629	18	18	0.0167	1.5	3	0.0500	0.0023	0	0	0.0523
24	10	24	53.46	121.51	0.1743	0.4746	20	53	0.0491	1.5	3	0.1472	0.0041	0	0	0.1513
25	24	37	53.46	174.97	0.1731	0.6477	20	72	0.0667	1.5	3	0.2000	0.0058	0	0	0.2058
26	37	50	54.39	229.36	0.1786	0.8262	20	92	0.0852	1.5	3	0.2556	0.0076	0	0	0.2632
27	50	63	54.39	283.75	0.1826	1.0088	21	112	0.1037	1.5	3	0.3111	0.0095	0	0	0.3206
Sub Colectora O																
28	5	6	51.38	51.38	0.0438	0.0438	5	5	0.0046	1.5	3	0.0139	0.0017	0	0	0.0156
29	6	7	46.42	97.8	0.0438	0.0876	5	10	0.0093	1.5	3	0.0278	0.0033	0	0	0.0310
30	7	8	47.51	145.31	0.0438	0.1314	5	15	0.0139	1.5	3	0.0417	0.0048	0	0	0.0465
31	8	9	47.48	192.79	0.0875	0.2627	10	29	0.0269	1.5	3	0.0806	0.0064	0	0	0.0870
32	9	10	44.99	237.78	0.0875	0.4377	10	49	0.0454	1.5	3	0.1361	0.0079	0	0	0.1440
33	10	11	40.74	278.52	0.0617	0.5809	7	65	0.0602	1.5	3	0.1806	0.0093	0	0	0.1898

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Cálculos aguas residuales (sub-colectora N a sub-colectora L)

TRAMO	P.V.S		LONGITUD (m)		AREA (Ha)		POBLACION (Hab)		Q prom	Q min	F. Harm	Q máx	Q inf	Q comercial	Q inst y Q pub	Q diseño
	Del	Al	Propia	Acumulada	Tributaria	Acumulada	Propia	Acumulada								
Sub Colectora N																
34	32	33	52.14	52.14	0.0878	0.1753	10	20	0.0185	1.5	3	0.0556	0.0017	0	0	0.0573
35	33	34	47.13	99.27	0.0878	0.3615	10	40	0.0370	1.5	3	0.1111	0.0033	0	0	0.1144
36	34	35	47.35	146.62	0.0878	0.4656	10	52	0.0481	1.5	3	0.1444	0.0049	0	0	0.1493
37	35	36	47.12	193.74	0.0878	0.5504	10	61	0.0565	1.5	3	0.1694	0.0065	0	0	0.1759
38	36	37	45.64	239.38	0.0878	0.6475	10	72	0.0667	1.5	3	0.2000	0.0080	0	0	0.2080
39	37	38	48.06	287.44	0.0914	0.7390	11	82	0.0759	1.5	3	0.2278	0.0096	0	0	0.2374
Sub Colectora M																
40	58	59	50.56	50.56	0.0440	0.3075	5	34	0.0315	1.5	3	0.0944	0.0017	0	0	0.0961
41	59	60	47.75	98.31	0.0440	0.9335	5	103	0.0954	1.5	3	0.2861	0.0033	0	0	0.2894
42	60	61	47.49	145.8	0.0440	1.7072	5	189	0.1750	1.5	3	0.5250	0.0049	0	0	0.5299
43	61	62	47.97	193.77	0.0440	2.5658	5	283	0.2620	1.5	3	0.7861	0.0065	0	0	0.7926
44	62	63	45.84	239.61	0.0440	3.5215	5	389	0.3602	1.5	3	1.0806	0.0080	0	0	1.0885
45	63	64	49.48	289.09	0.0450	4.5754	5	505	0.4676	1.5	3	1.4028	0.0096	0	0	1.4124
Sub Colectora L																
L	18	31	35.59	35.59	0.0548	0.1566	7	18	0.0167	1.5	3	0.0500	0.0012	0	0	0.0512
47	31	44	35.59	71.18	0.0597	0.2163	7	24	0.0222	1.5	3	0.0667	0.0024	0	0	0.0690
48	44	57	54.69	125.87	0.0882	0.7760	10	86	0.0796	1.5	3	0.2389	0.0042	0	0	0.2431
49	57	70	54.69	180.56	0.0882	0.8642	10	96	0.0889	1.5	3	0.2667	0.0060	0	0	0.2727

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Cálculos aguas residuales (sub-colectora K a sub-colectora H)

TRAMO	P.V.S		LONGITUD (m)		AREA (Ha)		POBLACION (Hab)		Q prom	Q min	F. Harm	Q máx	Q inf	Q comercial	Q inst y Q pub	Q diseño
	Del	Al	Propia	Acumulada	Tributaria	Acumulada	Propia	Acumulada								
Sub Colectora K																
50	17	30	48.17	48.17	0.1447	0.1978	16	22	0.0204	1.5	3	0.0611	0.0016	0	0	0.0627
51	30	43	48.17	96.34	0.1582	0.3560	18	40	0.0370	1.5	3	0.1111	0.0032	0	0	0.1143
52	43	56	54.61	150.95	0.1764	0.5597	20	62	0.0574	1.5	3	0.1722	0.0050	0	0	0.1773
53	56	69	54.61	205.56	0.1764	0.7361	20	82	0.0759	1.5	3	0.2278	0.0069	0	0	0.2346
Sub Colectora J																
54	15	29	53.33	53.33	0.1764	0.2370	20	27	0.0250	1.5	3	0.0750	0.0018	0	0	0.0768
55	29	42	53.33	106.66	0.1764	0.4134	20	46	0.0426	1.5	3	0.1278	0.0036	0	0	0.1313
56	42	55	54.52	161.18	0.1764	0.4989	20	55	0.0509	1.5	3	0.1528	0.0054	0	0	0.1582
57	55	68	54.52	215.7	0.1764	0.6753	20	75	0.0694	1.5	3	0.2083	0.0072	0	0	0.2155
Sub Colectora I																
58	14	28	53.29	53.29	0.1764	0.2535	20	28	0.0259	1.5	3	0.0778	0.0018	0	0	0.0796
59	28	41	53.29	106.58	0.1764	0.4299	20	48	0.0444	1.5	3	0.1333	0.0036	0	0	0.1369
60	41	54	54.43	161.01	0.1764	0.3197	20	36	0.0333	1.5	3	0.1000	0.0054	0	0	0.1054
61	54	67	54.43	215.44	0.1764	0.4961	20	55	0.0509	1.5	3	0.1528	0.0072	0	0	0.1600
Sub Colectora H																
62	13	27	53.24	53.24	0.1764	0.1764	20	20	0.0185	1.5	3	0.0556	0.0018	0	0	0.0573
63	27	40	53.24	106.48	0.1764	0.3528	20	39	0.0361	1.5	3	0.1083	0.0035	0	0	0.1119
64	40	53	54.35	160.83	0.1764	0.4686	20	52	0.0481	1.5	3	0.1444	0.0054	0	0	0.1498
65	53	66	54.35	215.18	0.1764	0.6450	20	72	0.0667	1.5	3	0.2000	0.0072	0	0	0.2072

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Cálculos aguas residuales (sub-colector G a sub-colector D)

TRAMO	P.V.S		LONGITUD (m)		AREA (Ha)		POBLACION (Hab)		Q prom	Q min	F. Harm	Q máx	Q inf	Q comercial	Q inst y Q pub	Q diseño
	Del	Al	Propia	Acumulada	Tributaria	Acumulada	Propia	Acumulada								
Sub Colectora G																
66	12	26	53.19	53.19	1.0325	1.0546	114	117	0.1083	1.5	3	0.3250	0.0018	0	0	0.3268
67	26	39	53.19	106.38	0.1852	1.2398	21	137	0.1269	1.5	3	0.3806	0.0035	0	0	0.3841
68	39	52	54.26	160.64	0.1665	0.9766	19	108	0.1000	1.5	3	0.3000	0.0054	0	0	0.3054
69	52	65	54.26	214.9	0.1640	1.1406	19	126	0.1167	1.5	3	0.3500	0.0072	0	0	0.3572
Sub Colectora F																
70	13	12	48.19	48.19	0.0441	0.0441	5	5	0.0046	1.5	3	0.0139	0.0016	0	0	0.0155
71	12	11	64.65	112.84	0.0881	0.1102	10	13	0.0120	1.5	3	0.0361	0.0038	0	0	0.0399
Sub Colectora E																
72	13	14	48.76	161.60	0.0441	0.1543	5	18	0.0167	1.5	3	0.0500	0.0054	0	0	0.0554
73	14	15	48.00	209.60	0.0441	0.1212	5	14	0.0130	1.5	3	0.0389	0.0070	0	0	0.0459
74	15	16	26.62	236.22	0.0259	0.0865	3	10	0.0093	1.5	3	0.0278	0.0079	0	0	0.0357
75	16	17	20.21	256.43	0.0197	0.1062	3	12	0.0111	1.5	3	0.0333	0.0085	0	0	0.0419
76	17	18	54.61	311.04	0.0487	0.1018	6	12	0.0111	1.5	3	0.0333	0.0104	0	0	0.0437
Sub Colectora D																
77	41	40	48.51	48.51	0.0882	0.2315	10	26	0.0241	1.5	3	0.0722	0.0016	0	0	0.0738
78	40	39	48.21	96.72	0.0882	0.3804	10	42	0.0389	1.5	3	0.1167	0.0032	0	0	0.1199
79	39	38	46.12	142.84	0.0795	0.8896	9	99	0.0917	1.5	3	0.2750	0.0048	0	0	0.2798

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Cálculos aguas residuales (sub-colectora C a colectora A)

TRAMO	P.V.S		LONGITUD (m)		AREA (Ha)		POBLACION (Hab)		Q prom	Q min	F. Harm	Q máx	Q inf	Q comercial	Q inst y Q pub	Q diseño
	Del	Al	Propia	Acumulada	Tributaria	Acumulada	Propia	Acumulada								
Sub Colectora C																
80	41	42	48.35	191.19	0.0882	0.2315	10	26	0.0241	1.5	3	0.0722	0.0064	0	0	0.0786
81	42	43	48.25	239.44	0.0882	0.4107	10	46	0.0426	1.5	3	0.1278	0.0080	0	0	0.1358
82	43	44	48.97	288.41	0.0882	0.4715	10	52	0.0481	1.5	3	0.1444	0.0096	0	0	0.1541
Sub Colectora B																
83	70	69	48.11	48.11	0.0441	0.9083	5	101	0.0935	1.5	3	0.2806	0.0016	0	0	0.2822
84	69	68	48.93	97.04	0.0441	1.6886	5	187	0.1731	1.5	3	0.5194	0.0032	0	0	0.5227
85	68	67	48.70	145.74	0.0441	2.4079	5	266	0.2463	1.5	3	0.7389	0.0049	0	0	0.7437
86	67	66	48.25	193.99	0.0441	2.9481	5	325	0.3009	1.5	3	0.9028	0.0065	0	0	0.9092
87	66	65	48.23	242.22	0.0441	3.6372	5	401	0.3713	1.5	3	1.1139	0.0081	0	0	1.1220
88	65	64	40.77	282.99	0.0260	4.8037	3	530	0.4907	1.5	3	1.4722	0.0094	0	0	1.4817
Colectora A																
89	1	11	69.00	69.00	0.0760	0.0760	9	9	0.0083	1.5	3	0.0250	0.0023	0	0	0.0273
90	11	25	53.72	122.72	0.1771	0.9441	20	105	0.0972	1.5	3	0.2917	0.0041	0.0004	0	0.2961
91	25	38	55.11	177.83	0.1849	1.1290	21	125	0.1157	1.5	3	0.3472	0.0059	0	0	0.3531
92	38	51	52.26	230.09	0.1747	2.9323	20	324	0.3000	1.5	3	0.9000	0.0077	0	0.0013	0.9090
93	51	64	55.96	286.05	0.1678	3.1001	19	342	0.3167	1.5	3	0.9500	0.0095	0.0004	0.0012	0.9611
94	64	71	24.23	310.28	0.0000	12.4792	0	1376	1.2741	1.5	3	3.8222	0.0103	0	0	3.8353
95	71	72	50.29	360.57	0.0000	12.4792	0	1376	1.2741	1.5	3	3.8222	0.0120	0	0	3.8370

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Cálculos aguas residuales (Emisario descarga)

TRAMO	P.V.S		LONGITUD (m)		Q min	Q inf	Q diseño
	Del	Al	Propia	Acumulada			
Emisario de Descarga							
96	72	73	85.04	85.04	1.5	0.0028	3.8399
97	73	74	85.96	171	1.5	0.0057	3.8456
98	74	75	89.46	260.46	1.5	0.0087	3.8542
99	75	76	89.69	350.15	1.5	0.0117	3.8659
100	76	77	91.52	441.67	1.5	0.0147	3.8806
101	77	78	84.92	526.59	1.5	0.0176	3.8982
102	78	79	70.07	596.66	1.5	0.0199	3.9181
103	79	80	52.55	649.21	1.5	0.0216	3.9397

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Cálculos topográficos

Tabla 19. Cálculos topográficos (sub-colectora U a sub-colectora S)

TRAMO	P.V.S		COTA TERR.		PEND. TERR. (%)	PROF. EXCAVACION (m)		ELEV. CORONA		ELEV. INVER		PEND. TUBO (%)	Ø TUBO (mm)		PERDIDAS	
	Del	Al	A. Arriba	A. Abajo		A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo		Calculado	Propuesto	Calculada	Propuesta
Sub Colectora U																
1	5	19	702.44	700.76	3.14%	1.65	3.18	700.94	697.73	700.79	697.58	6	8.98	150	0.0013	0.03
2	19	32	700.76	696.87	7.28%	3.21	3.59	697.70	693.43	697.55	693.28	8	11.03	150	0.0038	0.03
3	32	45	696.87	692.98	7.30%	3.62	3.46	693.40	689.67	693.25	689.52	7	11.44	150	0.0033	0.03
4	45	58	692.98	684.33	16.23%	3.49	1.50	689.64	682.98	689.49	682.83	12.5	11.90	150	0.0059	0.03
Sub Colectora T																
5	6	20	697.06	697.11	-0.09%	1.65	3.33	695.56	693.93	695.41	693.78	3	13.58	150	0.0014	0.03
6	20	33	697.11	693.29	7.03%	3.36	1.71	693.90	691.73	693.75	691.58	4	16.40	150	0.0036	0.03
7	33	46	693.29	690.88	4.53%	1.74	2.79	691.70	688.24	691.55	688.09	6.5	15.43	150	0.0047	0.03
8	46	59	690.88	685.12	10.83%	2.82	1.58	688.21	683.69	688.06	683.54	8.5	16.83	150	0.0077	0.03
Sub Colectora S																
9	7	21	693.72	694.84	-2.08%	1.65	3.31	692.22	691.68	692.07	691.53	1	17.48	150	0.0009	0.03
10	21	34	694.84	691.18	6.81%	3.34	1.83	691.65	689.50	691.50	689.35	4	16.68	150	0.0036	0.03
11	34	47	691.18	688.32	5.33%	1.86	2.21	689.47	686.26	689.32	686.11	6	17.59	150	0.0055	0.03
12	47	60	688.32	684.18	7.72%	2.24	1.86	686.23	682.47	686.08	682.32	7	18.90	150	0.0077	0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Cálculos topográficos (sub-colectora R a sub-colectora P)

TRAMO	P.V.S		COTA TERR.		PEND. TERR. (%)	PROF. EXCAVACION (m)		ELEV. CORONA		ELEV. INVER		PEND. TUBO (%)	Ø TUBO (mm)		PERDIDAS	
	Del	Al	A. Arriba	A. Abajo		A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo		Calculado	Propuesto	Calculada	Propuesta
Sub Colectora R																
13	4	8	693.09	694.38	-1.89%	1.65	3.62	691.59	690.91	691.44	690.76	1	12.65	150	0.0005	0.03
14	8	22	694.38	692.58	3.36%	1.65	1.99	692.88	690.74	692.73	690.59	4	14.89	150	0.0029	0.03
15	22	35	692.58	691.22	2.54%	2.02	2.80	690.71	688.57	690.56	688.42	4	17.71	150	0.0036	0.03
16	35	48	691.22	688.27	5.46%	2.83	2.04	688.54	686.38	688.39	686.23	4	20.03	150	0.0051	0.03
17	48	61	688.27	684.24	7.47%	2.07	1.82	686.35	682.57	686.20	682.42	7	19.70	150	0.0077	0.03
Sub Colectora Q																
18	3	9	694.67	694.91	-0.35%	1.65	2.57	693.17	692.49	693.02	692.34	1	16.16	150	0.0007	0.03
19	9	23	694.91	691.65	6.11%	2.60	1.74	692.46	690.06	692.31	689.91	4.5	16.34	150	0.0041	0.03
20	23	36	691.65	691.20	0.84%	1.77	2.39	690.03	688.96	689.88	688.81	2	21.76	150	0.0028	0.03
21	36	49	691.20	688.37	5.23%	1.65	1.53	689.70	686.99	689.55	686.84	5	20.23	150	0.0063	0.03
22	49	62	688.37	685.21	5.84%	1.56	1.64	686.96	683.72	686.81	683.57	6	21.14	150	0.0076	0.03
Sub Colectora P																
23	2	10	696.52	695.01	2.22%	1.65	2.18	695.02	692.98	694.87	692.83	3	12.66	150	0.0014	0.03
24	10	24	695.01	690.72	8.02%	2.21	1.40	692.95	689.47	692.80	689.32	6.5	16.32	150	0.0059	0.03
25	24	37	690.72	690.93	-0.39%	1.43	2.17	689.44	688.91	689.29	688.76	1	26.02	150	0.0019	0.03
26	37	50	690.93	687.94	5.50%	2.20	1.66	688.88	686.43	688.73	686.28	4.5	21.52	150	0.0063	0.03
27	50	63	687.94	687.14	1.47%	1.69	1.98	686.40	685.31	686.25	685.16	2	26.98	150	0.0041	0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Cálculos topográficos (sub-colectora O a sub-colectora M)

TRAMO	P.V.S		COTA TERR.		PEND. TERR. (%)	PROF. EXCAVACION (m)		ELEV. CORONA		ELEV. INVER		PEND. TUBO (%)	Ø TUBO (mm)		PERDIDAS	
	Del	Al	A. Arriba	A. Abajo		A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo		Calculado	Propuesto	Calculada	Propuesta
Sub Colectora O																
28	5	6	702.44	697.06	10.47%	1.65	1.41	700.94	695.80	700.79	695.65	10	6.42	150	0.0014	0.03
29	6	7	697.06	693.72	7.20%	1.65	1.56	695.56	692.31	695.41	692.16	7	8.89	150	0.0015	0.03
30	7	8	693.72	694.38	-1.39%	1.65	2.79	692.22	691.74	692.07	691.59	1	14.89	150	0.0007	0.03
31	8	9	694.38	694.91	-1.12%	1.65	2.65	692.88	692.41	692.73	692.26	1	18.84	150	0.0011	0.03
32	9	10	694.91	695.01	-0.22%	1.65	2.20	693.41	692.96	693.26	692.81	1	22.76	150	0.0015	0.03
33	10	11	695.01	696.21	-2.95%	1.65	3.26	693.51	693.10	693.36	692.95	1	25.24	150	0.0018	0.03
Sub Colectora N																
34	32	33	696.87	693.29	6.87%	1.65	1.46	695.37	691.98	695.22	691.83	6.5	11.34	150	0.0031	0.03
35	33	34	693.29	691.18	4.48%	1.49	1.74	691.95	689.59	691.80	689.44	5	15.44	150	0.0036	0.03
36	34	35	691.18	691.22	-0.08%	1.77	2.28	689.56	689.09	689.41	688.94	1	23.07	150	0.0015	0.03
37	35	36	691.22	691.20	0.04%	1.65	2.10	689.72	689.25	689.57	689.10	1	24.53	150	0.0017	0.03
38	36	37	691.20	690.93	0.59%	1.65	1.84	689.70	689.24	689.55	689.09	1	26.12	150	0.0019	0.03
39	37	38	690.93	688.89	4.24%	1.87	1.51	689.21	687.53	689.06	687.38	3.5	21.70	150	0.0049	0.03
Sub Colectora M																
40	58	59	684.33	685.12	-1.56%	1.65	2.95	682.83	682.32	682.68	682.17	1	19.56	150	0.0011	0.03
41	59	60	685.12	684.18	1.97%	1.65	1.43	683.62	682.90	683.47	682.75	1.5	27.40	150	0.0031	0.03
42	60	61	684.18	684.24	-0.13%	1.65	2.18	682.68	682.21	682.53	682.06	1	37.09	150	0.0033	0.03
43	61	62	684.24	685.21	-2.02%	1.65	3.10	682.74	682.26	682.59	682.11	1	43.14	150	0.0043	0.03
44	62	63	685.21	687.14	-4.21%	1.65	3.92	683.71	683.37	683.56	683.22	0.75	51.28	150	0.0042	0.03
45	63	64	687.14	686.53	1.23%	1.65	1.41	685.64	685.27	685.49	685.12	0.75	56.54	150	0.0050	0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Cálculos topográficos (sub-colectora L a sub-colectora I)

TRAMO	P.V.S		COTA TERR.		PEND. TERR. (%)	PROF. EXCAVACION (m)		ELEV. CORONA		ELEV. INVER		PEND. TUBO (%)	Ø TUBO (mm)		PERDIDAS	
	Del	Al	A. Arriba	A. Abajo		A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo		Calculado	Propuesto	Calculada	Propuesta
Sub Colectora L																
L	18	31	689.27	688.46	2.28%	1.65	1.55	687.77	687.06	687.62	686.91	2	13.56	150	0.0009	0.03
47	31	44	688.46	686.97	4.19%	1.58	1.52	687.03	685.60	686.88	685.45	4	13.32	150	0.0019	0.03
48	44	57	686.97	686.96	0.02%	1.65	2.19	685.47	684.92	685.32	684.77	1	27.69	150	0.0021	0.03
49	57	70	686.96	685.39	2.87%	2.22	1.47	684.89	684.07	684.74	683.92	1.5	26.79	150	0.0029	0.03
Sub Colectora K																
50	17	30	691.52	690.62	1.87%	1.65	1.71	690.02	689.06	689.87	688.91	2	14.63	150	0.0015	0.03
51	30	43	690.62	688.91	3.55%	1.65	1.63	689.12	687.43	688.97	687.28	3.5	16.50	150	0.0032	0.03
52	43	56	688.91	688.00	1.67%	1.66	1.84	687.40	686.31	687.25	686.16	2	21.60	150	0.0028	0.03
53	56	69	688.00	686.45	2.84%	1.87	1.68	686.28	684.92	686.13	684.77	2.5	23.01	150	0.0039	0.03
Sub Colectora J																
54	15	29	695.18	692.01	5.94%	1.65	1.68	693.68	690.48	693.53	690.33	6	12.85	150	0.0028	0.03
55	29	42	692.01	690.41	3.00%	1.71	1.71	690.45	688.85	690.30	688.70	3	17.89	150	0.0027	0.03
56	42	55	690.41	688.76	3.03%	1.74	1.45	688.82	687.46	688.67	687.31	2.5	19.85	150	0.0028	0.03
57	55	68	688.76	686.02	5.03%	1.48	1.47	687.43	684.70	687.28	684.55	5	19.57	150	0.0055	0.03
Sub Colectora I																
58	14	28	699.08	695.91	5.95%	1.65	1.68	697.58	694.38	697.43	694.23	6	13.02	150	0.0028	0.03
59	28	41	695.91	692.75	5.93%	1.71	1.74	694.35	691.16	694.20	691.01	6	15.96	150	0.0044	0.03
60	41	54	692.75	689.92	5.20%	1.77	1.39	691.13	688.68	690.98	688.53	4.5	15.27	150	0.0033	0.03
61	54	67	689.92	686.00	7.20%	1.42	1.59	688.65	684.56	688.50	684.41	7.5	16.22	150	0.0055	0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Cálculos topográficos (sub-colectora H a sub-colectora E)

TRAMO	P.V.S		COTA TERR.		PEND. TERR. (%)	PROF. EXCAVACION (m)		ELEV. CORONA		ELEV. INVER		PEND. TUBO (%)	Ø TUBO (mm)		PERDIDAS	
	Del	Al	A. Arriba	A. Abajo		A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo		Calculado	Propuesto	Calculada	Propuesta
Sub Colectora H																
62	13	27	702.65	695.12	14.14%	1.65	1.57	701.15	693.70	701.00	693.55	14	9.82	150	0.0031	0.03
63	27	40	695.12	692.07	5.73%	1.60	1.75	693.67	690.47	693.52	690.32	6	14.79	150	0.0044	0.03
64	40	53	692.07	691.08	1.82%	1.65	1.75	690.57	689.48	690.42	689.33	2	20.28	150	0.0025	0.03
65	53	66	691.08	686.67	8.11%	1.78	1.71	689.45	685.11	689.30	684.96	8	17.66	150	0.0073	0.03
Sub Colectora G																
66	12	26	701.13	692.42	16.38%	2.65	1.65	698.63	690.92	698.48	690.77	14.5	18.74	150	0.0160	0.03
67	26	39	692.42	689.87	4.79%	1.68	1.79	690.89	688.23	690.74	688.08	5	24.31	150	0.0084	0.03
68	39	52	689.87	688.96	1.68%	1.82	1.73	688.20	687.38	688.05	687.23	1.5	27.96	150	0.0032	0.03
69	52	65	688.96	685.00	7.30%	1.76	1.59	687.35	683.56	687.20	683.41	7	22.21	150	0.0098	0.03
Sub Colectora F																
70	13	12	702.65	701.13	3.15%	1.65	1.58	701.15	699.70	701.00	699.55	3	8.03	150	0.0007	0.03
71	12	11	701.13	696.21	7.61%	1.65	1.58	699.63	694.78	699.48	694.63	7.5	9.64	150	0.0017	0.03
Sub Colectora E																
72	13	14	702.65	699.08	7.32%	1.65	1.49	701.15	697.74	701.00	697.59	7	11.04	150	0.0033	0.03
73	14	15	699.08	695.18	8.13%	1.52	1.46	697.71	693.87	697.56	693.72	8	10.03	150	0.0018	0.03
74	15	16	695.18	692.89	8.60%	1.49	1.47	693.84	691.57	693.69	691.42	8.5	9.03	150	0.0019	0.03
75	16	17	692.89	691.52	6.78%	1.50	1.74	691.54	689.93	691.39	689.78	8	9.70	150	0.0018	0.03
76	17	18	691.52	689.27	4.12%	1.77	1.71	689.90	687.71	689.75	687.56	4	11.22	150	0.0019	0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Cálculos topográficos (sub-colectora D a sub-colectora B)

TRAMO	P.V.S		COTA TERR.		PEND. TERR. (%)	PROF. EXCAVACION (m)		ELEV. CORONA		ELEV. INVER		PEND. TUBO (%)	Ø TUBO (mm)		PERDIDAS	
	Del	Al	A. Arriba	A. Abajo		A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo		Calculado	Propuesto	Calculada	Propuesta
Sub Colectora D																
77	41	40	692.75	692.07	1.40%	1.65	1.94	691.25	690.28	691.10	690.13	2	15.55	150	0.0015	0.03
78	40	39	692.07	689.87	4.56%	1.65	1.62	690.57	688.40	690.42	688.25	4.5	16.02	150	0.0033	0.03
79	39	38	689.87	688.89	2.12%	1.65	1.82	688.37	687.22	688.22	687.07	2.5	24.58	150	0.0042	0.03
Sub Colectora C																
80	41	42	692.75	690.41	4.84%	1.65	1.49	691.25	689.07	691.10	688.92	4.5	13.68	150	0.0021	0.03
81	42	43	690.41	688.91	3.11%	1.52	1.46	689.04	687.60	688.89	687.45	3	18.11	150	0.0027	0.03
82	43	44	688.91	686.97	3.96%	1.49	1.51	687.57	685.61	687.42	685.46	4	18.00	150	0.0036	0.03
Sub Colectora B																
83	70	69	685.39	686.45	-2.20%	1.65	3.19	683.89	683.41	683.74	683.26	1	29.28	150	0.0023	0.03
84	69	68	686.45	686.02	0.88%	1.65	1.71	684.95	684.46	684.80	684.31	1	36.90	150	0.0033	0.03
85	68	67	686.02	686.00	0.04%	1.74	2.21	684.43	683.94	684.28	683.79	1	42.12	150	0.0041	0.03
86	67	66	686.00	686.67	-1.39%	1.65	2.80	684.50	684.02	684.35	683.87	1	45.42	150	0.0046	0.03
87	66	65	686.67	685.00	3.46%	2.83	1.52	683.99	683.63	683.84	683.48	0.75	51.86	150	0.0044	0.03
88	65	64	685.00	686.53	-3.75%	1.55	3.39	683.60	683.29	683.45	683.14	0.75	57.56	150	0.0052	0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Cálculos topográficos (colectora A y emisario descarga)

TRAMO	P.V.S		COTA TERR.		PEND. TERR. (%)	PROF. EXCAVACION (m)		ELEV. CORONA		ELEV. INVER		PEND. TUBO (%)	Ø TUBO (mm)		PERDIDAS	
	Del	Al	A. Arriba	A. Abajo		A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo		Calculado	Propuesto	Calculada	Propuesta
Colectora A																
89	1	11	702.47	696.21	9.07%	1.65	1.60	700.97	694.76	700.82	694.61	9	8.08	150	0.0020	0.03
90	11	25	696.21	689.95	11.65%	1.63	1.55	694.73	688.55	694.58	688.40	11.5	18.86	150	0.0127	0.03
91	25	38	689.95	688.89	1.92%	1.58	1.90	688.52	687.14	688.37	686.99	2.5	26.83	150	0.0051	0.03
92	38	51	688.89	688.16	1.40%	1.65	1.97	687.39	686.34	687.24	686.19	2	39.88	150	0.0077	0.03
93	51	64	688.16	686.53	2.91%	2.00	1.48	686.31	685.20	686.16	685.05	2	40.72	150	0.0080	0.03
94	64	71	686.53	686.00	2.19%	1.65	1.85	685.03	684.30	684.88	684.15	3	63.41	150	0.0242	0.03
95	71	72	686.00	681.87	8.21%	1.88	1.52	684.27	680.50	684.12	680.35	7.5	53.41	150	0.0461	0.05
Emisario de Descarga																
96	72	73	681.87	679.42	2.88%	1.65	1.75	680.37	677.82	680.22	677.67	3	63.44	150	0.0242	0.03
97	73	74	679.42	675.36	4.72%	1.78	1.59	677.79	673.92	677.64	673.77	4.5	58.83	150	0.0324	0.03
98	74	75	675.36	675.87	-0.57%	1.65	3.05	673.86	672.97	673.71	672.82	1	78.06	150	0.0111	0.03
99	75	76	675.87	674.28	1.77%	3.08	2.39	672.94	672.04	672.79	671.89	1	78.15	150	0.0111	0.03
100	76	77	674.28	669.71	4.99%	2.42	1.51	672.01	668.35	671.86	668.20	4	60.35	150	0.0299	0.03
101	77	78	669.71	668.19	1.79%	1.54	1.72	668.32	666.62	668.17	666.47	2	68.84	150	0.0181	0.03
102	78	79	668.19	667.12	1.53%	1.75	2.08	666.59	665.19	666.44	665.04	2	68.97	150	0.0181	0.03
103	79	80	667.12	666.07	2.00%	2.11	1.59	665.16	664.63	665.01	664.48	1	78.70	150	0.0112	0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Profundidad pozos de visita sanitarios

P.V.S	PROFUNDIDAD (m)	CAIDA 1	CAIDA 2	P.V.S	PROFUNDIDAD (m)	CAIDA 1	CAIDA 2
1	1.65			41	1.77	0.03	
2	1.65			42	1.74	0.03	0.25
3	1.65			43	1.66	0.03	
4	1.65			44	1.65		
5	1.65			45	3.49	0.03	
6	1.41			46	2.82	0.03	
7	1.56			47	2.24		
8	3.62			48	2.07	0.03	
9	2.60	0.03		49	1.56	0.03	
10	2.21	0.03	0.01	50	1.69	0.03	
11	3.26			51	2.00	0.03	
12	2.65			52	1.76	0.03	
13	1.65			53	1.78	0.03	
14	1.65	0.03		54	1.42	0.03	
15	1.65	0.03		55	1.48	0.03	
16	1.50	0.03		56	1.87	0.03	
17	1.77	0.03		57	2.22	0.03	
18	1.71			58	1.65		
19	3.21	0.03		59	2.95		
20	3.36	0.03		60	1.43		
21	3.34	0.03		61	2.18		
22	2.02	0.03		62	3.10		
23	1.77	0.03		63	3.92		
24	1.43			64	1.48		
25	1.58	0.03		65	1.55	0.03	
26	1.68	0.03		66	2.83	0.03	1.12
27	1.60	0.03		67	2.21		
28	1.71	0.03		68	1.74	0.03	0.27
29	1.71	0.03		69	3.19		
30	1.71			70	1.65		
31	1.58	0.03		71	1.88	0.03	
32	3.62	0.03		72	1.52		
33	1.74	0.03	0.03	73	1.78	0.03	
34	1.86	0.03	0.12	74	1.65	0.06	
35	2.83			75	3.08	0.03	
36	2.39			76	2.42	0.03	
37	2.20	0.03	0.36	77	1.54	0.03	
38	1.90			78	1.75	0.03	
39	1.82	0.03	0.20	79	2.11	0.03	
40	1.94			80	1.59		

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. Hidráulica del sistema

Tabla 27. Cálculos hidráulicos (sub-colectora U a sub-colectora S)

					RELACIONES A TUBO PARCIALMENTE LLENO										
TRAMO	P.V.S		QLL	VLL	Qdis/QLL	Vd/VLL	Y/D	Qmin/QLL	RHmin/RHLL	v (m/s)	Y (mm)	Θ	RH LL (m)	RH min (m)	Tensión Tractiva (Pa)
	Del	Al													
Sub Colectora U															
1	5	19	53.8840	3.0492	0.0005	0.1059	0.0130	0.0278	0.2829	0.3229	1.95	26.1878	0.0375	0.0106	6.24
2	19	32	62.2199	3.5209	0.0010	0.1544	0.0230	0.0241	0.2637	0.5437	3.45	34.8920	0.0375	0.0099	7.76
3	32	45	58.2014	3.2935	0.0010	0.1544	0.0230	0.0258	0.2733	0.5085	3.45	34.8920	0.0375	0.0103	7.04
4	45	58	77.7748	4.4012	0.0012	0.1544	0.0230	0.0193	0.2420	0.6796	3.45	34.8920	0.0375	0.0091	11.13
Sub Colectora T															
5	6	20	38.1017	2.1561	0.0017	0.1544	0.0230	0.0394	0.3346	0.3329	3.45	34.8920	0.0375	0.0126	3.69
6	20	33	43.9961	2.4897	0.0027	0.2148	0.0380	0.0341	0.3089	0.5347	5.70	44.9639	0.0375	0.0116	4.54
7	33	46	56.0842	3.1737	0.0023	0.1919	0.0320	0.0267	0.2829	0.6090	4.80	41.2194	0.0375	0.0106	6.76
8	46	59	64.1348	3.6293	0.0029	0.2148	0.0380	0.0234	0.2637	0.7794	5.70	44.9639	0.0375	0.0099	8.24
Sub Colectora S															
9	7	21	21.9980	1.2448	0.0032	0.2148	0.0380	0.0682	0.4300	0.2673	5.70	44.9639	0.0375	0.0161	1.58
10	21	34	43.9961	2.4897	0.0029	0.2148	0.0380	0.0341	0.3089	0.5347	5.70	44.9639	0.0375	0.0116	4.54
11	34	47	53.8840	3.0492	0.0033	0.2148	0.0380	0.0278	0.2829	0.6549	5.70	44.9639	0.0375	0.0106	6.24
12	47	60	58.2014	3.2935	0.0040	0.2364	0.0440	0.0258	0.2733	0.7785	6.60	48.4336	0.0375	0.0103	7.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Cálculos hidráulicos (sub-colector R a sub-colector P)

					RELACIONES A TUBO PARCIALMENTE LLENO										
TRAMO	P.V.S		QLL	VLL	Qdis/QLL	Vd/VLL	Y/D	Qmin/QLL	RHmin/RHLL	v (m/s)	Y (mm)	Θ	RH LL (m)	RH min (m)	Tensión Tractiva (Pa)
	Del	Al													
Sub Colectora R															
13	4	8	21.9980	1.2448	0.0014	0.1544	0.0230	0.0682	0.4300	0.1922	3.45	34.8920	0.0375	0.0161	1.58
14	8	22	43.9961	2.4897	0.0021	0.1919	0.0320	0.0341	0.3089	0.4777	4.80	41.2194	0.0375	0.0116	4.55
15	22	35	43.9961	2.4897	0.0034	0.2148	0.0380	0.0341	0.3089	0.5347	5.70	44.9639	0.0375	0.0116	4.54
16	35	48	43.9961	2.4897	0.0047	0.2535	0.0490	0.0341	0.3089	0.6312	7.35	51.1556	0.0375	0.0116	4.54
17	48	61	58.2014	3.2935	0.0045	0.2364	0.0440	0.0258	0.2733	0.7785	6.60	48.4336	0.0375	0.0103	7.04
Sub Colectora Q															
18	3	9	21.9980	1.2448	0.0026	0.1919	0.0320	0.0682	0.4300	0.2389	4.80	41.2194	0.0375	0.0161	1.58
19	9	23	46.6649	2.6407	0.0027	0.2148	0.0380	0.0321	0.3018	0.5671	5.70	44.9639	0.0375	0.0113	5.00
20	23	36	31.1099	1.7605	0.0058	0.2668	0.0530	0.0482	0.3692	0.4697	7.95	53.2395	0.0375	0.0138	2.72
21	36	49	49.1891	2.7835	0.0048	0.2535	0.0490	0.0305	0.2924	0.7057	7.35	51.1556	0.0375	0.0110	5.38
22	49	62	53.8840	3.0492	0.0054	0.2535	0.0490	0.0278	0.2829	0.7731	7.35	51.1556	0.0375	0.0106	6.24
Sub Colectora P															
23	2	10	38.1017	2.1561	0.0014	0.1544	0.0230	0.0394	0.3346	0.3329	3.45	34.8920	0.0375	0.0126	3.69
24	10	24	56.0842	3.1737	0.0027	0.2148	0.0380	0.0267	0.2829	0.6816	5.70	44.9639	0.0375	0.0106	6.76
25	24	37	21.9980	1.2448	0.0094	0.3135	0.0680	0.0682	0.4300	0.3903	10.20	60.4626	0.0375	0.0161	1.58
26	37	50	46.6649	2.6407	0.0056	0.2668	0.0530	0.0321	0.3018	0.7046	7.95	53.2395	0.0375	0.0113	5.00
27	50	63	31.1099	1.7605	0.0103	0.3223	0.0710	0.0482	0.3692	0.5675	10.65	61.8145	0.0375	0.0138	2.72

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Cálculos hidráulicos (sub-colectora O a sub-colectora M)

					RELACIONES A TUBO PARCIALMENTE LLENO										
TRAMO	P.V.S		QLL	VLL	Qdis/QLL	Vd/VLL	Y/D	Qmin/QLL	RHmin/RHLL	v (m/s)	Y (mm)	θ	RH LL (m)	RH min (m)	Tensión Tractiva (Pa)
	Del	Al													
Sub Colectora O															
28	5	6	69.5639	3.9365	0.0002	0.0830	0.0090	0.0216	0.2541	0.3266	1.35	21.7750	0.0375	0.0095	9.35
29	6	7	58.2014	3.2935	0.0005	0.1059	0.0130	0.0258	0.2733	0.3487	1.95	26.1878	0.0375	0.0102	7.03
30	7	8	21.9980	1.2448	0.0021	0.1919	0.0320	0.0682	0.4300	0.2389	4.80	41.2194	0.0375	0.0161	1.58
31	8	9	21.9980	1.2448	0.0040	0.2364	0.0440	0.0682	0.4300	0.2942	6.60	48.4336	0.0375	0.0161	1.58
32	9	10	21.9980	1.2448	0.0065	0.2797	0.0570	0.0682	0.4300	0.3482	8.55	55.2503	0.0375	0.0161	1.58
33	10	11	21.9980	1.2448	0.0086	0.3045	0.0650	0.0682	0.4300	0.3791	9.75	59.0827	0.0375	0.0161	1.58
Sub Colectora N															
34	32	33	56.0842	3.1737	0.0010	0.1544	0.0230	0.0267	0.2829	0.4900	3.45	34.8920	0.0375	0.0106	6.76
35	33	34	49.1891	2.7835	0.0023	0.1919	0.0320	0.0305	0.2924	0.5341	4.80	41.2194	0.0375	0.0110	5.38
36	34	35	21.9980	1.2448	0.0068	0.2797	0.0570	0.0682	0.4300	0.3482	8.55	55.2503	0.0375	0.0161	1.58
37	35	36	21.9980	1.2448	0.0080	0.2923	0.0610	0.0682	0.4300	0.3638	9.15	57.1959	0.0375	0.0161	1.58
38	36	37	21.9980	1.2448	0.0095	0.3135	0.0680	0.0682	0.4300	0.3903	10.20	60.4626	0.0375	0.0161	1.58
39	37	38	41.1546	2.3289	0.0058	0.2668	0.0530	0.0364	0.3253	0.6214	7.95	53.2395	0.0375	0.0122	4.19
Sub Colectora M															
40	58	59	21.9980	1.2448	0.0044	0.2364	0.0440	0.0682	0.4300	0.2942	6.60	48.4336	0.0375	0.0161	1.58
41	59	60	26.9420	1.5246	0.0107	0.3223	0.0710	0.0557	0.3852	0.4914	10.65	61.8145	0.0375	0.0144	2.13
42	60	61	21.9980	1.2448	0.0241	0.4112	0.1040	0.0682	0.4300	0.5119	15.60	75.2544	0.0375	0.0161	1.58
43	61	62	21.9980	1.2448	0.0360	0.4662	0.1270	0.0682	0.4300	0.5803	19.05	83.5099	0.0375	0.0161	1.58
44	62	63	19.0509	1.0781	0.0571	0.5294	0.1560	0.0787	0.4564	0.5707	23.40	93.0560	0.0375	0.0171	1.26
45	63	64	19.0509	1.0781	0.0741	0.5813	0.1820	0.0787	0.4564	0.6267	27.30	101.0116	0.0375	0.0171	1.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Cálculos hidráulicos (sub-colectora L a sub-colectora I)

					RELACIONES A TUBO PARCIALMENTE LLENO										
TRAMO	P.V.S		QLL	VLL	Qdis/QLL	Vd/VLL	Y/D	Qmin/QLL	RHmin/RHLL	v (m/s)	Y (mm)	Θ	RH LL (m)	RH min (m)	Tensión Tractiva (Pa)
	Del	Al													
Sub Colectora L															
L	18	31	31.1099	1.7605	0.0016	0.1544	0.0230	0.0482	0.3692	0.2718	3.45	34.8920	0.0375	0.0138	2.72
47	31	44	43.9961	2.4897	0.0016	0.1544	0.0230	0.0341	0.3089	0.3844	3.45	34.8920	0.0375	0.0116	4.55
48	44	57	21.9980	1.2448	0.0111	0.3223	0.0710	0.0682	0.4300	0.4013	10.65	61.8145	0.0375	0.0161	1.58
49	57	70	26.9420	1.5246	0.0101	0.3135	0.0680	0.0557	0.3852	0.4780	10.20	60.4626	0.0375	0.0144	2.13
Sub Colectora K															
50	17	30	31.1099	1.7605	0.0020	0.1919	0.0320	0.0482	0.3692	0.3378	4.80	41.2194	0.0375	0.0138	2.72
51	30	43	41.1546	2.3289	0.0028	0.2148	0.0380	0.0364	0.3253	0.5002	5.70	44.9639	0.0375	0.0122	4.19
52	43	56	31.1099	1.7605	0.0057	0.2668	0.0530	0.0482	0.3692	0.4697	7.95	53.2395	0.0375	0.0138	2.72
53	56	69	34.7820	1.9683	0.0067	0.2797	0.0570	0.0431	0.3509	0.5505	8.55	55.2503	0.0375	0.0132	3.23
Sub Colectora J															
54	15	29	53.8840	3.0492	0.0014	0.1544	0.0230	0.0278	0.2829	0.4708	3.45	34.8920	0.0375	0.0106	6.24
55	29	42	38.1017	2.1561	0.0034	0.2148	0.0380	0.0394	0.3346	0.4631	5.70	44.9639	0.0375	0.0125	3.69
56	42	55	34.7820	1.9683	0.0045	0.2364	0.0440	0.0431	0.3509	0.4652	6.60	48.4336	0.0375	0.0132	3.23
57	55	68	49.1891	2.7835	0.0044	0.2364	0.0440	0.0305	0.2924	0.6579	6.60	48.4336	0.0375	0.0110	5.38
Sub Colectora I															
58	14	28	53.8840	3.0492	0.0015	0.1544	0.0230	0.0278	0.2829	0.4708	3.45	34.8920	0.0375	0.0106	6.24
59	28	41	53.8840	3.0492	0.0025	0.1919	0.0320	0.0278	0.2829	0.5851	4.80	41.2194	0.0375	0.0106	6.24
60	41	54	46.6649	2.6407	0.0023	0.1919	0.0320	0.0321	0.3018	0.5067	4.80	41.2194	0.0375	0.0113	5.00
61	54	67	60.2441	3.4091	0.0027	0.1919	0.0320	0.0249	0.2733	0.6542	4.80	41.2194	0.0375	0.0103	7.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Cálculos hidráulicos (sub-colectora H a sub-colectora E)

					RELACIONES A TUBO PARCIALMENTE LLENO										
TRAMO	P.V.S		QLL	VLL	Qdis/QLL	Vd/VLL	Y/D	Qmin/QLL	RHmin/RHLL	v (m/s)	Y (mm)	Θ	RH LL (m)	RH min (m)	Tensión Tractiva (Pa)
	Del	Al													
Sub Colectora H															
62	13	27	82.3091	4.6577	0.0007	0.1059	0.0130	0.0182	0.2371	0.4932	1.95	26.1878	0.0375	0.0089	12.21
63	27	40	53.8840	3.0492	0.0021	0.1919	0.0320	0.0278	0.2829	0.5851	4.80	41.2194	0.0375	0.0106	6.24
64	40	53	31.1099	1.7605	0.0048	0.2535	0.0490	0.0482	0.3692	0.4463	7.35	51.1556	0.0375	0.0138	2.72
65	53	66	62.2199	3.5209	0.0033	0.2148	0.0380	0.0241	0.2637	0.7562	5.70	44.9639	0.0375	0.0099	7.76
Sub Colectora G															
66	12	26	83.7661	4.7402	0.0039	0.2364	0.0440	0.0179	0.2323	1.1204	6.60	48.4336	0.0375	0.0087	12.39
67	26	39	49.1891	2.7835	0.0078	0.2923	0.0610	0.0305	0.2924	0.8135	9.15	57.1959	0.0375	0.0110	5.38
68	39	52	26.9420	1.5246	0.0113	0.3310	0.0740	0.0557	0.3852	0.5047	11.10	63.1403	0.0375	0.0144	2.13
69	52	65	58.2014	3.2935	0.0061	0.2668	0.0530	0.0258	0.2733	0.8787	7.95	53.2395	0.0375	0.0102	7.04
Sub Colectora F															
70	13	12	38.1017	2.1561	0.0004	0.1059	0.0130	0.0394	0.3346	0.2283	1.95	26.1878	0.0375	0.0125	3.69
71	12	11	60.2441	3.4091	0.0007	0.1059	0.0130	0.0249	0.2733	0.3610	1.95	26.1878	0.0375	0.0102	7.54
Sub Colectora E															
72	13	14	58.2014	3.2935	0.0010	0.1544	0.0230	0.0258	0.2733	0.5085	3.45	34.8920	0.0375	0.0103	7.04
73	14	15	62.2199	3.5209	0.0007	0.1059	0.0130	0.0241	0.2637	0.3728	1.95	26.1878	0.0375	0.0099	7.76
74	15	16	64.1348	3.6293	0.0006	0.1059	0.0130	0.0234	0.2637	0.3843	1.95	26.1878	0.0375	0.0099	8.24
75	16	17	62.2199	3.5209	0.0007	0.1059	0.0130	0.0241	0.2637	0.3728	1.95	26.1878	0.0375	0.0099	7.76
76	17	18	43.9961	2.4897	0.0010	0.1544	0.0230	0.0341	0.3089	0.3844	3.45	34.8920	0.0375	0.0116	4.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Cálculos hidráulicos (sub-colectora D a sub-colectora B)

					RELACIONES A TUBO PARCIALMENTE LLENO										
TRAMO	P.V.S		QLL	VLL	Qdis/QLL	Vd/VLL	Y/D	Qmin/QLL	RHmin/RHLL	v (m/s)	Y (mm)	Θ	RH LL (m)	RH min (m)	Tensión Tractiva (Pa)
	Del	Al													
Sub Colectora D															
77	41	40	31.1099	1.7605	0.0024	0.1919	0.0320	0.0482	0.3692	0.3378	4.80	41.2194	0.0375	0.0138	2.72
78	40	39	46.6649	2.6407	0.0026	0.1919	0.0320	0.0321	0.3018	0.5067	4.80	41.2194	0.0375	0.0113	5.00
79	39	38	34.7820	1.9683	0.0080	0.2923	0.0610	0.0431	0.3509	0.5753	9.15	57.1959	0.0375	0.0132	3.23
Sub Colectora C															
80	41	42	46.6649	2.6407	0.0017	0.1544	0.0230	0.0321	0.3018	0.4077	3.45	34.8920	0.0375	0.0113	5.00
81	42	43	38.1017	2.1561	0.0036	0.2148	0.0380	0.0394	0.3346	0.4631	5.70	44.9639	0.0375	0.0125	3.69
82	43	44	43.9961	2.4897	0.0035	0.2148	0.0380	0.0341	0.3089	0.5347	5.70	44.9639	0.0375	0.0116	4.54
Sub Colectora B															
83	70	69	21.9980	1.2448	0.0128	0.3396	0.0770	0.0682	0.4300	0.4227	11.55	64.4415	0.0375	0.0161	1.58
84	69	68	21.9980	1.2448	0.0238	0.4112	0.1040	0.0682	0.4300	0.5119	15.60	75.2544	0.0375	0.0161	1.58
85	68	67	21.9980	1.2448	0.0338	0.4570	0.1230	0.0682	0.4300	0.5688	18.45	82.1239	0.0375	0.0161	1.58
86	67	66	21.9980	1.2448	0.0413	0.4820	0.1340	0.0682	0.4300	0.6000	20.10	85.8914	0.0375	0.0161	1.58
87	66	65	19.0509	1.0781	0.0589	0.5438	0.1630	0.0787	0.4564	0.5862	24.45	95.2469	0.0375	0.0171	1.26
88	65	64	19.0509	1.0781	0.0778	0.5928	0.1880	0.0787	0.4564	0.6390	28.20	102.7823	0.0375	0.0171	1.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Cálculos hidráulicos (colectora A y emisario descarga)

					RELACIONES A TUBO PARCIALMENTE LLENO										
TRAMO	P.V.S		QLL	VLL	Qdis/QLL	Vd/VLL	Y/D	Qmin/QLL	RHmin/RHLL	v (m/s)	Y (mm)	Θ	RH LL (m)	RH min (m)	Tensión Tractiva (Pa)
	Del	Al													
Colectora A															
89	1	11	65.9941	3.7345	0.0004	0.1059	0.0130	0.0227	0.2637	0.3954	1.95	26.1878	0.0375	0.0099	8.73
90	11	25	74.5990	4.2214	0.0040	0.2364	0.0440	0.0201	0.2420	0.9978	6.60	48.4336	0.0375	0.0091	10.24
91	25	38	34.7820	1.9683	0.0102	0.3223	0.0710	0.0431	0.3509	0.6345	10.65	61.8145	0.0375	0.0132	3.23
92	38	51	31.1099	1.7605	0.0292	0.4405	0.1160	0.0482	0.3692	0.7755	17.40	79.6507	0.0375	0.0138	2.72
93	51	64	31.1099	1.7605	0.0309	0.4500	0.1200	0.0482	0.3692	0.7921	18.00	81.0716	0.0375	0.0138	2.72
94	64	71	38.1017	2.1561	0.1007	0.6395	0.2136	0.0394	0.3346	1.3788	32.04	110.1086	0.0375	0.0125	3.69
95	71	72	60.2441	3.4091	0.0637	0.5578	0.1700	0.0249	0.2733	1.9018	25.50	97.4003	0.0375	0.0102	7.54
Emisario de Descarga															
96	72	73	38.1017	2.1561	0.1008	0.6395	0.2136	0.0394	0.3346	1.3788	32.04	110.1086	0.0375	0.0125	3.69
97	73	74	46.6649	2.6407	0.0824	0.6040	0.1940	0.0321	0.3018	1.5950	29.10	104.5315	0.0375	0.0113	5.00
98	74	75	21.9980	1.2448	0.1752	0.7485	0.2810	0.0682	0.4300	0.9318	42.15	128.0473	0.0375	0.0161	1.58
99	75	76	21.9980	1.2448	0.1757	0.7485	0.2810	0.0682	0.4300	0.9318	42.15	128.0473	0.0375	0.0161	1.58
100	76	77	43.9961	2.4897	0.0882	0.6151	0.2000	0.0341	0.3089	1.5313	30.00	106.2602	0.0375	0.0116	4.55
101	77	78	31.1099	1.7605	0.1253	0.6778	0.2360	0.0482	0.3692	1.1933	35.40	116.2592	0.0375	0.0138	2.72
102	78	79	31.1099	1.7605	0.1259	0.6778	0.2360	0.0482	0.3692	1.1933	35.40	116.2592	0.0375	0.0138	2.72
103	79	80	21.9980	1.2448	0.1791	0.7545	0.2850	0.0682	0.4300	0.9392	42.75	129.0649	0.0375	0.0161	1.58

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Resumen del diseño de alcantarillado sanitario

Tabla 34. Resumen diseño alcantarillado sanitario

RESUMEN DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO				
	Longitud	Área	Población	Caudal
	(m)	(Ha)	(Hab)	(Lps)
Sub Colectora U	213.48	0.2635	30	0.0904
Sub Colectora T	214.96	0.5820	65	0.1877
Sub Colectora S	214.74	0.7298	81	0.2322
Sub Colectora R	283.41	0.8146	90	0.2594
Sub Colectora Q	283.02	0.9117	101	0.2900
Sub Colectora P	283.75	1.0088	112	0.3206
Sub Colectora O	278.52	0.5809	65	0.1898
Sub Colectora N	287.44	0.7390	82	0.2374
Sub Colectora M	289.09	4.5754	505	1.4124
Sub Colectora L	180.56	0.8642	96	0.2727
Sub Colectora K	205.56	0.7361	82	0.2346
Sub Colectora J	215.7	0.6753	75	0.2155
Sub Colectora I	215.44	0.4961	55	0.1600
Sub Colectora H	215.18	0.6450	72	0.2072
Sub Colectora G	214.9	1.1406	126	0.3572
Sub Colectora F	112.84	0.1102	13	0.0399
Sub Colectora E	311.04	0.1018	12	0.0437
Sub Colectora D	142.84	0.8896	99	0.2798
Sub Colectora C	288.41	0.4715	52	0.1541
Sub Colectora B	282.99	4.8037	530	1.4817
Colectora A	360.57	12.4792	1376	3.8370
Emisario Descarga	649.21			3.9397

Fuente: Elaboración propia con base en tablas de diseño.

Tabla 35. Resumen pozos de visita sanitarios

DESCRIPCION	CANTIDAD	U/M
P.V.S	80	C/U
Con Caída	1	C/U
Profundidad Máx.	3.92	m
Profundidad Min.	1.41	m

Fuente: Elaboración propia

4.4. Planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario

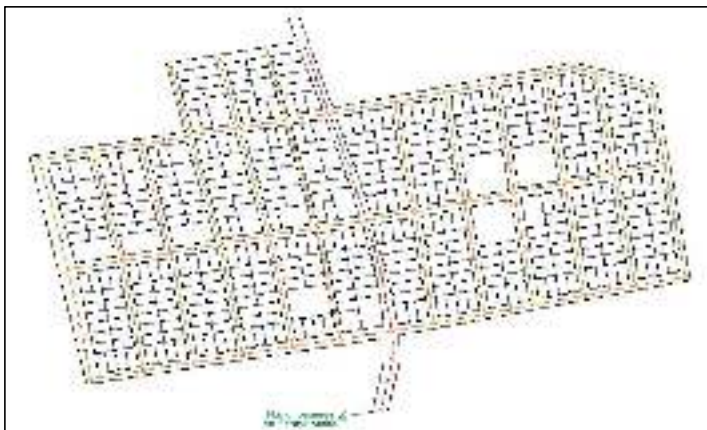
4.4.1. Consideraciones generales

Los planos elaborados para el sistema propuesto de alcantarillado sanitario para los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz, se adjuntan en el Anexo III y está conformado por:

- Portada
- Plano del sistema de alcantarillado sanitario
- Plano topográfico
- Planta – Perfil de colectora principal
- Plano de detalles
- Planos del sistema de tratamiento

En este juego de planos se presenta el conjunto de colector y sub-colectores, así como diámetros de tuberías, pendientes, longitudes de tramos, datos de los dispositivos de inspección (PVS), curvas de nivel, así como una serie de detalles constructivos del sistema y del sistema de tratamiento. En la Ilustración 12 se muestra el trazado propuesto de la red de alcantarillado sanitario.

Ilustración 12. Red de alcantarillado sanitario.



Fuente: Elaboración propia

4.5. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

4.5.1. Consideraciones generales

En la integración del presupuesto que determina el costo aproximado del proyecto, se consideran como costos directos: la mano de obra calificada, la no calificada, las prestaciones laborales, los materiales de construcción y el transporte de los mismos.

Como costos indirectos se consideran: la supervisión técnica, los costos de administración y la utilidad. Los precios unitarios de costos directos e indirectos en su mayoría fueron proporcionados por el jefe de área técnica de ENACAL-Somoto, Ing. Luis Alonso Ortéz, y el resto obtenidos del Catálogo de Costos Primarios del FISE (Fondo de Inversión Social de Emergencia).

Con el objetivo de realizar un presupuesto más específico se realizaron visitas de campo al sitio, primero para verificar las condiciones de las calles y al no tener un estudio de suelo local, se recurrió a las calicatas bajo la norma ASTM D420 - 69 desarrollada en el acápite 3.11.

En dicho muestreo de suelo se encontró debajo del estrato de materia orgánica, un estrato de suelo rocoso, con este dato se pueden calcular de manera más precisa el costo de excavación.

En la tabla 36 se muestra el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario para los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, Departamento de Madriz.

4.5.2. Cuadro de presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

Tabla 36. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

DESCRIPCION DEL ITEM	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTOS UNITARIOS				SUB TOTALES				TOTAL
				MATERIALES	MANO OBRA	TRANSPORTE	EQUIPOS	MATERIALES	MANO OBRA	TRANSPORTE	EQUIPOS	
PRELIMINARES								35,690.38	94,891.56	43,618.56	31,234.50	205,435.00
Limpieza Inicial en Derecho de Vía	ml	5,743.75	12.00		7.00	5.00			40,206.25	28,718.75		68,925.00
Trazo y Nivelación	ml	5,743.75	15.76	3.94	8.75	2.19	0.88	22,630.38	50,257.81	12,578.81	5,054.50	90,521.50
Rótulo Alusivo del Proyecto	c/u	1.00	6,445.00	4,000.00	1,600.00	665.00	180.00	4,000.00	1,600.00	665.00	180.00	6,445.00
Construcciones Temporales	glb	1.00	12,896.00	8,600.00	2,685.00	1,611.00		8,600.00	2,685.00	1,611.00		12,896.00
Instalaciones Provisionales de Energía Eléctrica	glb	1.00	482.00	320.00	125.00	37.00		320.00	125.00	37.00		482.00
Instalaciones Provisionales de Agua Potable	glb	1.00	165.50	140.00	17.50	8.00		140.00	17.50	8.00		165.50
Letrina Provisional (Tipo Mapreco)	mes	4.00	6,500.00				6,500.00				26,000.00	26,000.00
COLECTORAS								1579,288.13	1147,396.09	335,561.62	516,815.27	3579,061.10
Excavación Para Tubería								0.00	524,227.92	54,095.70	226,133.51	804,457.13
Excavación Manual en Suelo Natural, h = de 0 a 1.20 m	m³	6,678.49	74.96		60.00		14.96		400,709.40		99,910.21	500,619.61

Excavación Manual en Piedra Cantera	m³	1,803.19	168.50		68.50	30.00	70.00		123,518.52	54,095.70	126,223.30	303,837.52
Relleno y Compactación								438,560.00	495,946.07	95,298.53	192,522.34	1222,326.94
Relleno y Compactación con Material del Sitio	m³	6,678.49	67.90		58.50	3.20	6.20		390,691.67	21,371.17	41,406.64	453,469.47
Botar Material Sobrante a 1 km con Equipo	m³	1,722.38	42.66			14.20	28.46			24,457.80	49,018.93	73,476.73
Acarreo de Material Selecto a 1.5 km con Equipo	m³	1,754.24	327.00	250.00		25.00	52.00	438,560.00		43,856.00	91,220.48	573,636.48
Relleno Especial con Material Selecto	m³	1,754.24	69.40		60.00	3.20	6.20		105,254.40	5,613.57	10,876.29	121,744.26
Instalación de Tubería								1140,728.13	127,222.11	186,167.39	98,159.42	1552,277.04
Tubería de 4" PVC SDR - 41	ml	2,532.00	160.80	125.00	10.23	15.68	9.89	316,500.00	25,902.36	39,701.76	25,041.48	407,145.60
Tubería de 6" PVC SDR - 41	ml	5,743.75	183.37	135.00	13.64	24.50	10.23	775,406.25	78,344.75	140,721.88	58,758.56	1053,231.44
Pruebas de Exfiltración	ml	5,743.75	16.00	8.50	4.00	1.00	2.50	48,821.88	22,975.00	5,743.75	14,359.38	91,900.00
DISPOSITIVOS DE INSPECCIÓN								1073,092.50	413,438.67	58,321.78	30,457.31	1575,310.26
Excavación Manual	m³	273.87	230.00		215.00		15.00		58,882.05		4,108.05	62,990.10
Relleno con Material del Sitio	m³	164.29	67.00		58.00	2.50	6.50		9,528.82	410.73	1,067.89	11,007.43
Relleno Especial con Material Selecto	m³	109.53	69.40		60.00	3.20	6.20		6,571.80	350.50	679.09	7,601.38
Botar Material Sobrante	m³	109.53	59.50			18.50	41.00			2,026.31	4,490.73	6,517.04

Acarreo de Material Selecto a 1.5 km con Equipo	m³	109.53	327.00	250.00		25.00	52.00	27,382.50		2,738.25	5,695.56	35,816.31
Dispositivo de Inspección (Profundidad = 1.30 a 2 m)	c/u	52.00	12,828.00	8,400.00	3,925.00	368.00	135.00	436,800.00	204,100.00	19,136.00	7,020.00	667,056.00
Dispositivo de Inspección (Profundidad = 2.01 a 3 m)	c/u	17.00	18,772.00	13,421.00	4,059.00	1,142.00	150.00	228,157.00	69,003.00	19,414.00	2,550.00	319,124.00
Dispositivo de Inspección (Profundidad = 3.01 a 4 m)	c/u	11.00	23,018.00	17,523.00	4,123.00	1,186.00	186.00	192,753.00	45,353.00	13,046.00	2,046.00	253,198.00
Tapas de Hierro Fundido	c/u	80.00	2,650.00	2,350.00	250.00	15.00	35.00	188,000.00	20,000.00	1,200.00	2,800.00	212,000.00
CONEXIONES								717,400.00	168,800.00	16,880.00	37,980.00	941,060.00
Conexiones Domiciliares	c/u	422.00	2,230.00	1,700.00	400.00	40.00	90.00	717,400.00	168,800.00	16,880.00	37,980.00	941,060.00
OTRAS OBRAS								297,072.60	313,828.65	23,756.05	71,268.15	705,925.45
Demoler y Reconstruir Carpeta de Rodamiento	m²	4,751.21	145.00	60.00	65.00	5.00	15.00	285,072.60	308,828.65	23,756.05	71,268.15	688,925.45
Rótulos y Señalización Preventiva	glb	1.00	17,000.00	12,000.00	5,000.00			12,000.00	5,000.00			17,000.00
LIMPIEZA Y ENTREGA								1,000.00	7,000.00	0.00	0.00	8,000.00
Limpieza Final	glb	1.00	6,000.00	1,000.00	5,000.00			1,000.00	5,000.00			6,000.00
Entrega y Detalles	día	1.00	2,000.00		2,000.00				2,000.00			2,000.00
PRESTACIONES SOCIALES (33%)									707,967.14			707,967.14

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Con el sistema de alcantarillado sanitario se ha logrado cubrir la totalidad de las viviendas existentes en los barrios San Ramón y Concepción de María de Somoto, departamento de Madriz, para ello se efectuó un estudio de demanda poblacional, obteniendo una población actual de 628 habitantes, esta fue proyectada a un periodo de 20 años iniciando en el año 2020, estimando un crecimiento al final del periodo de diseño (año 2040) de 1376 habitantes.
2. Se realizó un levantamiento topográfico de la zona en estudio, en donde los datos obtenidos se procesaron en el software CivilCAD, generando curvas de nivel con un intervalo entre ellas de 1 m. Estos datos fueron imperativos para el diseño de la red de aguas residuales.
3. Para la propuesta de alcantarillado sanitario se elaboró un diseño hidráulico de todos los componentes de dicho sistema, basados en la NTON – Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005). Este comprende los siguientes elementos constructivos: 80 pozos de visita sanitarios, 2532 m de tubería PVC de 4", 5744 m de tubería PVC de 6", toda la tubería SDR-41 y 422 cajas de registro para conexiones domiciliarias.
4. Se proporcionan los planos constructivos, perfiles y especificaciones técnicas de la red de alcantarillado sanitario, dimensionando en base a los resultados obtenidos en el diseño.
5. Para obtener una perspectiva económica de todo el sistema de alcantarillado sanitario, se formuló un presupuesto, apoyados en precios actuales de Costos Directos e Indirectos, obteniendo un monto total de doce millones doscientos ochenta y ocho mil ochocientos setenta y nueve córdobas.

5.2. Recomendaciones

1. El diseño de la red se limita para la evacuación exclusiva de las aguas residuales domésticas.
2. Para garantizar la calidad del diseño se debe ejecutar la construcción de la red tal como está contemplado en los planos y especificaciones técnicas, ya que fueron estipuladas exclusivamente para esta investigación.
3. Si el proyecto se ejecuta en un periodo diferente al contemplado en la investigación, se debe hacer un ajuste de precios de materiales, mano de obra e insumos, debido a la inflación del mercado y la variabilidad de los costos.
4. Se debe respetar el periodo de diseño del proyecto, debido a que los caudales se encuentran estimados en base a la dotación por habitante, por lo que después del año 2040 habría que realizar una evaluación tanto física como hidráulica de la red, de acuerdo al crecimiento poblacional.

BIBLIOGRAFÍA

ASODECOM, A. d. (s.f.). Somoto.

Carmona Pérez, R. (2013). *Diseño y Construcción de Alcantarillados Sanitario, Pluvial y Drenaje de Carreteras*. Ecoe.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua. (2009). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Alcantarillado Sanitario*. México.

INAA, Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios. (2005). *Guías Técnicas para El diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*.

INIDE. (2005). *VIII Censo de Población y IV de Vivienda*. Nicaragua.

McGhee, T. J. (1999). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Ingeniería Ambiental*. Bogotá: McGraw-Hill.

PM4DEV. (2009). *Gestión del Presupuesto del Proyecto*.

ANEXOS

ANEXO I. DATOS POBLACIONALES

Tabla 37. Resumen datos encuesta

Barrio	Ambos sexos	Hombres		Mujeres	
		Menor de 15 años	De 15 años y Más	Menor de 15 años	De 15 años y Más
		628	171	149	175
San Ramón	303	61	84	72	86
Concepción de María	325	72	87	77	89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Datos demográficos

DATOS DEMOGRAFICOS		
DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD
Área Total	Ha	12.48
Densidad Poblacional	Hab/Ha	110
Viviendas Habitadas Actualmente	Viv	193
Índice Habitacional	Hab/Viv	3.25
Viviendas Proyectadas	Viv	423

Fuente: Elaboración propia

ANEXO II. VALORES DE LA CURVA HIDRAULICA DE MANNING

Tabla 39. Relaciones hidráulicas de Manning

Q/QII	V/VII	Y/D	Angulo (Radianes)	R/D	R/RII	Angulo (Grados)	Q/QII	V/VII	Y/D	Angulo (Radianes)	R/D	R/RII	Angulo (Grados)
0.0000002	0.0121	0.0005	0.0894	0.0003	0.0013	5.1251	0.0245369	0.4211	0.1080	1.3394	0.0683	0.2733	76.7434
0.0000010	0.0192	0.0010	0.1265	0.0007	0.0027	7.2486	0.0264785	0.4309	0.1120	1.3650	0.0707	0.2829	78.2084
0.0000336	0.0561	0.0050	0.2831	0.0033	0.0133	16.2192	0.0284947	0.4405	0.1160	1.3902	0.0731	0.2924	79.6507
0.0001199	0.0830	0.0090	0.3800	0.0060	0.0239	21.7750	0.0305851	0.4500	0.1200	1.4150	0.0755	0.3018	81.0716
0.0002654	0.1059	0.0130	0.4571	0.0086	0.0345	26.1878	0.0322016	0.4570	0.1230	1.4333	0.0772	0.3089	82.1239
0.0009080	0.1544	0.0230	0.6090	0.0152	0.0607	34.8920	0.0344217	0.4662	0.1270	1.4575	0.0796	0.3183	83.5099
0.0018467	0.1919	0.0320	0.7194	0.0210	0.0841	41.2194	0.0361351	0.4730	0.1300	1.4755	0.0813	0.3253	84.5372
0.0026698	0.2148	0.0380	0.7848	0.0249	0.0995	44.9639	0.0384840	0.4820	0.1340	1.4991	0.0837	0.3346	85.8914
0.0036542	0.2364	0.0440	0.8453	0.0287	0.1149	48.4336	0.0427707	0.4975	0.1410	1.5397	0.0877	0.3509	88.2208
0.0045993	0.2535	0.0490	0.8928	0.0319	0.1277	51.1556	0.0479425	0.5147	0.1490	1.5852	0.0923	0.3692	90.8246
0.0054380	0.2668	0.0530	0.9292	0.0345	0.1378	53.2395	0.0527047	0.5294	0.1560	1.6241	0.0963	0.3852	93.0560
0.0063504	0.2797	0.0570	0.9643	0.0370	0.1479	55.2503	0.0576859	0.5438	0.1630	1.6624	0.1002	0.4010	95.2469
0.0073369	0.2923	0.0610	0.9983	0.0395	0.1580	57.1959	0.0628842	0.5578	0.1700	1.7000	0.1042	0.4166	97.4003
0.0083978	0.3045	0.0650	1.0312	0.0420	0.1680	59.0827	0.0675112	0.5697	0.1760	1.7317	0.1075	0.4300	99.2180
0.0092425	0.3135	0.0680	1.0553	0.0439	0.1755	60.4626	0.0722948	0.5813	0.1820	1.7630	0.1108	0.4432	101.0116
0.0101293	0.3223	0.0710	1.0789	0.0458	0.1830	61.8145	0.0772337	0.5928	0.1880	1.7939	0.1141	0.4564	102.7823
0.0110582	0.3310	0.0740	1.1020	0.0476	0.1905	63.1403	0.0823264	0.6040	0.1940	1.8244	0.1174	0.4694	104.5315
0.0120293	0.3396	0.0770	1.1247	0.0495	0.1979	64.4415	0.0875713	0.6151	0.2000	1.8546	0.1206	0.4824	106.2602
0.0130426	0.3480	0.0800	1.1470	0.0513	0.2053	65.7198	0.0920573	0.6241	0.2050	1.8795	0.1233	0.4931	107.6860
0.0140982	0.3563	0.0830	1.1690	0.0532	0.2127	66.9763	0.0980000	0.6349	0.2110	1.9090	0.1265	0.5059	109.3800
0.0151960	0.3645	0.0860	1.1905	0.0550	0.2200	68.2123	0.1000000	0.6395	0.2136	1.9218	0.1278	0.5114	110.1086
0.0159514	0.3699	0.0880	1.2047	0.0562	0.2249	69.0255	0.1020000	0.6437	0.2160	1.9334	0.1291	0.5164	110.7782
0.0171196	0.3778	0.0910	1.2257	0.0581	0.2323	70.2298	0.1071049	0.6524	0.2210	1.9576	0.1317	0.5269	112.1648
0.0179220	0.3831	0.0930	1.2396	0.0593	0.2371	71.0228	0.1120202	0.6610	0.2260	1.9817	0.1343	0.5374	113.5402
0.0187430	0.3883	0.0950	1.2533	0.0605	0.2420	71.8081	0.1170350	0.6694	0.2310	2.0055	0.1369	0.5477	114.9048
0.0208778	0.4012	0.1000	1.2870	0.0635	0.2541	73.7398	0.1221485	0.6778	0.2360	2.0291	0.1395	0.5580	116.2592
0.0226700	0.4112	0.1040	1.3134	0.0659	0.2637	75.2544	0.1273595	0.6861	0.2410	2.0526	0.1421	0.5683	117.6036

Q/QII	V/VII	Y/D	Angulo (Radianes)	R/D	R/RII	Angulo (Grados)	Q/QII	V/VII	Y/D	Angulo (Radianes)	R/D	R/RII	Angulo (Grados)
0.1315979	0.6926	0.2450	2.0712	0.1441	0.5764	118.6723	0.3682302	0.9239	0.4200	2.8202	0.2220	0.8880	161.5862
0.1369818	0.7007	0.2500	2.0944	0.1466	0.5865	120.0000	0.3777601	0.9302	0.4260	2.8445	0.2243	0.8971	162.9779
0.1424603	0.7086	0.2550	2.1174	0.1491	0.5965	121.3188	0.3889637	0.9374	0.4330	2.8728	0.2269	0.9076	164.5984
0.1469000	0.7149	0.2590	2.1357	0.1511	0.6045	122.3678	0.3986368	0.9435	0.4390	2.8970	0.2291	0.9164	165.9849
0.1501000	0.7193	0.2618	2.1485	0.1525	0.6101	123.0989	0.4083719	0.9495	0.4450	2.9211	0.2313	0.9251	167.3694
0.1514000	0.7212	0.2630	2.1539	0.1531	0.6125	123.4115	0.4181659	0.9553	0.4510	2.9453	0.2334	0.9338	168.7520
0.1571386	0.7289	0.2680	2.1766	0.1556	0.6223	124.7090	0.4296632	0.9621	0.4580	2.9734	0.2359	0.9437	170.3630
0.1617789	0.7350	0.2720	2.1946	0.1575	0.6302	125.7414	0.4395756	0.9678	0.4640	2.9975	0.2380	0.9521	171.7423
0.1664766	0.7411	0.2760	2.2125	0.1595	0.6379	126.7691	0.4495380	0.9734	0.4700	3.0215	0.2401	0.9604	173.1204
0.1724283	0.7485	0.2810	2.2348	0.1619	0.6476	128.0473	0.4595477	0.9789	0.4760	3.0456	0.2421	0.9685	174.4975
0.1772526	0.7545	0.2850	2.2526	0.1638	0.6553	129.0649	0.4696017	0.9843	0.4820	3.0696	0.2441	0.9766	175.8738
0.1870665	0.7661	0.2930	2.2879	0.1676	0.6706	131.0873	0.4796970	0.9896	0.4880	3.0936	0.2461	0.9845	177.2495
0.1971000	0.7776	0.3010	2.3229	0.1714	0.6856	133.0936	0.4898308	0.9949	0.4940	3.1176	0.2481	0.9923	178.6249
0.2073000	0.7888	0.3090	2.3577	0.1751	0.7005	135.0848	0.5000000	1.0000	0.5000	3.1416	0.2500	1.0000	180.0000
0.2164679	0.7984	0.3160	2.3879	0.1784	0.7134	136.8154	0.5102016	1.0050	0.5060	3.1656	0.2519	1.0076	181.3751
0.2270908	0.8092	0.3240	2.4222	0.1820	0.7280	138.7806	0.5204326	1.0100	0.5120	3.1896	0.2538	1.0150	182.7505
0.2365467	0.8185	0.3310	2.4520	0.1851	0.7405	140.4899	0.5324018	1.0157	0.5190	3.2176	0.2559	1.0236	184.3555
0.2475325	0.8290	0.3390	2.4859	0.1887	0.7547	142.4322	0.5426859	1.0204	0.5250	3.2416	0.2577	1.0308	185.7320
0.2500301	0.8313	0.3408	2.4935	0.1895	0.7579	142.8676	0.5529896	1.0251	0.5310	3.2657	0.2595	1.0379	187.1092
0.2572975	0.8379	0.3460	2.5154	0.1918	0.7670	144.1225	0.5633097	1.0297	0.5370	3.2897	0.2612	1.0449	188.4875
0.2672008	0.8467	0.3530	2.5448	0.1948	0.7792	145.8048	0.5736430	1.0342	0.5430	3.3138	0.2629	1.0517	189.8671
0.2772388	0.8554	0.3600	2.5740	0.1978	0.7911	147.4796	0.5857109	1.0393	0.5500	3.3419	0.2649	1.0595	191.4783
0.2874075	0.8639	0.3670	2.6031	0.2007	0.8030	149.1472	0.5960618	1.0436	0.5560	3.3661	0.2665	1.0661	192.8612
0.2977030	0.8723	0.3740	2.6321	0.2037	0.8147	150.8082	0.6064156	1.0478	0.5620	3.3902	0.2681	1.0726	194.2460
0.3081214	0.8805	0.3810	2.6610	0.2066	0.8263	152.4629	0.6167690	1.0519	0.5680	3.4144	0.2697	1.0789	195.6329
0.3171463	0.8875	0.3870	2.6857	0.2090	0.8361	153.8766	0.6288429	1.0566	0.5750	3.4427	0.2715	1.0862	197.2539
0.3277823	0.8954	0.3940	2.7144	0.2118	0.8473	155.5208	0.6391839	1.0606	0.5810	3.4670	0.2731	1.0922	198.6460
0.3385298	0.9033	0.4010	2.7430	0.2146	0.8585	157.1599	0.6495137	1.0644	0.5870	3.4914	0.2745	1.0982	200.0409
0.3478274	0.9099	0.4070	2.7674	0.2170	0.8679	158.5611	0.6615465	1.0688	0.5940	3.5198	0.2762	1.1049	201.6722
0.3500079	0.9114	0.4084	2.7731	0.2175	0.8701	158.8876	0.6718402	1.0724	0.6000	3.5443	0.2776	1.1106	203.0739
0.3587708	0.9175	0.4140	2.7959	0.2197	0.8788	160.1918	0.6838212	1.0766	0.6070	3.5729	0.2793	1.1170	204.7137

Q/QII	V/VII	Y/D	Angulo (Radianes)	R/D	R/RII	Angulo (Grados)
0.6940622	1.0800	0.6130	3.5975	0.2806	1.1224	206.1234
0.7059717	1.0839	0.6200	3.6263	0.2821	1.1285	207.7731
0.7161429	1.0872	0.6260	3.6511	0.2834	1.1336	209.1918
0.7279608	1.0909	0.6330	3.6801	0.2848	1.1394	210.8528
0.7397209	1.0944	0.6400	3.7092	0.2862	1.1449	212.5204
0.7497502	1.0974	0.6460	3.7342	0.2874	1.1496	213.9555
0.7613865	1.1007	0.6530	3.7636	0.2887	1.1548	215.6367
0.7729473	1.1039	0.6600	3.7931	0.2900	1.1599	217.3258
0.7844260	1.1070	0.6670	3.8227	0.2912	1.1647	219.0235
0.7974360	1.1104	0.6750	3.8567	0.2925	1.1700	220.9746
0.8087172	1.1132	0.6820	3.8867	0.2936	1.1745	222.6921
0.8198956	1.1158	0.6890	3.9169	0.2947	1.1787	224.4197
0.8325364	1.1187	0.6970	3.9516	0.2958	1.1833	226.4072
0.8387998	1.1201	0.7010	3.9690	0.2964	1.1855	227.4065
0.8450235	1.1215	0.7050	3.9865	0.2969	1.1876	228.4097
0.8512062	1.1228	0.7090	4.0041	0.2974	1.1897	229.4168
0.8573463	1.1240	0.7130	4.0217	0.2979	1.1917	230.4280
0.8634427	1.1252	0.7170	4.0394	0.2984	1.1936	231.4434
0.8694938	1.1264	0.7210	4.0572	0.2989	1.1954	232.4631
0.8754982	1.1275	0.7250	4.0751	0.2993	1.1972	233.4874
0.8814546	1.1286	0.7290	4.0931	0.2997	1.1989	234.5163
0.8888302	1.1299	0.7340	4.1156	0.3002	1.2010	235.8091
0.8946729	1.1308	0.7380	4.1338	0.3006	1.2025	236.8490
0.9004628	1.1318	0.7420	4.1520	0.3010	1.2040	237.8940
0.9076234	1.1329	0.7470	4.1750	0.3014	1.2058	239.2077
0.9132886	1.1337	0.7510	4.1934	0.3018	1.2071	240.2648
0.9202884	1.1346	0.7560	4.2166	0.3022	1.2086	241.5943
0.9271944	1.1355	0.7610	4.2400	0.3025	1.2100	242.9330

Q/QII	V/VII	Y/D	Angulo (Radianes)	R/D	R/RII	Angulo (Grados)
0.9340035	1.1363	0.7660	4.2635	0.3028	1.2113	244.2814
0.9393787	1.1369	0.7700	4.2825	0.3031	1.2123	245.3673
0.9460048	1.1376	0.7750	4.3063	0.3033	1.2133	246.7340
0.9538153	1.1383	0.7810	4.3352	0.3036	1.2145	248.3884
0.9602026	1.1388	0.7860	4.3595	0.3038	1.2152	249.7796
0.9664756	1.1392	0.7910	4.3840	0.3040	1.2159	251.1827
0.9738470	1.1396	0.7970	4.4136	0.3041	1.2165	252.8828
0.9810417	1.1399	0.8030	4.4436	0.3042	1.2170	254.6017
0.9868973	1.1400	0.8080	4.4689	0.3043	1.2172	256.0492
0.9937498	1.1400	0.8140	4.4996	0.3043	1.2172	257.8054
1.0014947	1.1399	0.8210	4.5358	0.3043	1.2170	259.8822
1.0079103	1.1397	0.8270	4.5673	0.3042	1.2166	261.6877
1.0151236	1.1392	0.8340	4.6046	0.3040	1.2159	263.8258
1.0220314	1.1386	0.8410	4.6426	0.3037	1.2149	266.0003
1.0295332	1.1376	0.8490	4.6868	0.3033	1.2133	268.5335
1.0357361	1.1365	0.8560	4.7263	0.3029	1.2116	270.7957
1.0431875	1.1348	0.8650	4.7782	0.3022	1.2088	273.7728
1.0500134	1.1327	0.8740	4.8317	0.3014	1.2055	276.8349
1.0561706	1.1302	0.8830	4.8868	0.3004	1.2015	279.9921
1.0627157	1.1266	0.8940	4.9567	0.2989	1.1958	283.9980
1.0680844	1.1223	0.9050	5.0299	0.2972	1.1889	288.1919
1.0730144	1.1156	0.9190	5.1288	0.2946	1.1783	293.8590
1.0756265	1.1061	0.9350	5.2520	0.2908	1.1633	300.9173
1.0728940	1.0897	0.9560	5.4379	0.2844	1.1376	311.5664
1.0598575	1.0661	0.9770	5.6742	0.2752	1.1008	325.1080
1.0378147	1.0391	0.9920	5.9249	0.2648	1.0592	339.4738
1.0000000	1.0000	1.0000	6.2832	0.2500	1.0000	360.0000

Fuente: En base a la curva hidráulica de Manning

**ANEXO III. PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS BARRIOS
SAN RAMÓN Y CONCEPCIÓN DE MARÍA DE SOMOTO, DEPARTAMENTO DE MADRIZ**

ANEXO IV. FORMATO CONTROL OPERATIVO - LAGUNAS ESTABILIZACION

Tabla 40. Registro Caudales – Sistema Tratamiento

EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS

ENACAL MADRIZ

Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Somoto

FORMATO DE CONTROL OPERATIVO

REGISTRO DE CAUDALES

PLANTA			SISTEMA NUEVO				ENTRADA GENERAL SISTEMA			
DIA/FECHA		LUNES	20	DIA/FECHA		DIA/FECHA		DIA/FECHA		20
MES/AÑO		MAYO	2019	MES/AÑO		MES/AÑO		MES/AÑO		may-19
HORA	H (cm)	Q (lps)	H (cm)	Q (lps)	H (cm)	Q (lps)	H (cm)	Q (lps)		
05:00 a.m.	11	7.18699184		0		0		14		10.4369292
06:00 a.m.	11	7.18699184		0		0		17		14.0934445
07:00 a.m.	7	3.57173587		0		0		17		14.0934445
08:00 a.m.	7	3.57173587		0		0		16		12.8317616
09:00 a.m.	9	5.26897126		0		0		16		12.8317616
10:00 a.m.	9	5.26897126		0		0		15		11.6125032
11:00 a.m.	11	7.18699184		0		0		15		11.6125032
12:00 p.m.	11	7.18699184		0		0		14		10.4369292
01:00 p.m.	11	7.18699184		0		0		15		11.6125032
02:00 p.m.	12	8.22254115		0		0		15		11.6125032
03:00 p.m.	13	9.30642826		0		0		13		9.30642826
04:00 p.m.	14	10.4369292		0		0		13		10.4369292
05:00 p.m.	14	10.4369292		0		0		12		8.22254115
06:00 p.m.	14	10.4369292		0		0		12		9.30642826
07:00 p.m.	14	10.4369292		0		0		11		7.18699184
08:00 p.m.	13	9.30642826		0		0		10		6.20172733
09:00 p.m.	13	9.30642826		0		0		10		6.20172733
10:00 p.m.	14	10.4369292		0		0		8		4.39129767
11:00 p.m.	13	9.30642826		0		0		7		3.57173587
12:00 a.m.	12	8.22254115		0		0		6		2.81392587
01:00 a.m.	11	7.18699184		0		0		5		2.12236104
02:00 a.m.	10	6.20172733		0		0		5		2.12236104
03:00 a.m.	10	6.20172733		0		0		7		3.57173587
04:00 a.m.	11	7.18699184		0		0		10		6.20172733
PROM		7.76038555		0		0				8.45134173
MAX		10.4369292		0		0				14.0934445
MIN		3.57173587		0		0				2.12236104

Fuente: ENACAL MADRIZ

ANEXO V. PROTOCOLO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Tabla 41. Operación y Mantenimiento – Sistema Tratamiento

PLANTA: SOMOTO		TECNOLOGIA - TANQUE IMHOFF SEGUIDO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION		
UBICACIÓN	PUNTO	MANTENIMIENTO		FRECUENCIA
Pozo de Visita	1	Limpieza	Extracción de solidos grandes y desechos arrastrados dentro de la colectora para evitar que entren al sistema.	3 veces por semana
Rejilla Manual	2	Limpieza	Eliminar cualquier residuo solido de gran tamaño, como piezas de madera, bolsas y botellas plásticas, trapos, etc.	Diario
			Limpiar y lavar cuantas veces sea necesario.	Diario
Desarenador	3	Operación de compuerta - inicio	Cerrar las compuertas en la entrada y salida del canal a limpiar para evitar la llegada del agua.	Una vez por semana
		Abrir la válvula de drenaje	Se deberá abrir la válvula de 4"/100 mm que corresponde a la sección del canal de desarenador a limpiarse. Esta se ubica dentro de la caja de registro adherida al desarenador. Para ello existe una llave que permite la apertura y cierre de la válvula desde el nivel del suelo natural.	
		Limpieza de cámara de sedimentación	Desprender, remover y palear el material acumulado en el fondo y en las paredes de la cámara, utilizando rastrillo y pala. Continuar con esta acción permitiendo la evacuación de arena y lodos por la tubería de drenaje.	
			Raspar el fondo del canal y dejarlo completamente limpio.	
		Cerrar la válvula de drenaje	Una vez limpiado el canal se deberá cerrar la válvula de 4"/100 mm que estaba abierta.	
		Operación de compuerta - final	Cerrar la compuerta que está a la salida del desarenador limpiado y seguidamente la compuerta a la entrada para iniciar la operación de la unidad.	
			Repetir el mismo procedimiento en el otro canal desarenador.	
Canal de conducción, interconexión, cajas de paso y distribución de flujo.	4	Limpieza	Desprender y remover la arena, lodos y todo el material adherido en el fondo y en las paredes, utilizando escoba, pala y rastrillo.	Cada 15 días
Canaleta Parshall	5	Limpieza	Deben eliminarse depósitos y costras que pueden formarse.	Cada 15 días
		Lectura	Deben anotarse al menos 3 lecturas: Cuando llega el operador, a media mañana y cuando se termina la jornada laboral. Se deben registrar lecturas por 24 horas.	Diario Mensual
Trampa de grasa	6	Limpieza superficie	Remover grasas y solidos flotantes con un desnatador.	Diario
		Limpieza interna	Cada 2 meses se debe verificar el volumen de arena acumulado, cuando el valor llegue a los 10 cm en la cercanía de la tubería a la salida, realizar limpieza.	De acuerdo a medición

Tanque Imhoff	7	Limpieza de canal periférico	Desprender y remover arena, lodos y todo el material adherido en el fondo y en las paredes, utilizando escoba, pala y rastrillo.	Cada mes
		Operación de compuertas	Cambiar el punto de ingreso del caudal, mediante el manejo de compuertas ubicadas en el canal periférico del tanque.	Cada mes
		Limpieza espejo de agua	Remover natas, grasas y sólidos flotantes con un desnatador.	Cada 2 días
		Purga de lodos	Para iniciar la purga de lodo se debe verificar que el tanque a drenar esté lleno de agua (el nivel mínimo de agua en el tanque deberá ser igual o mayor a la cota de fondo en el canal de salida).	Cada 2 meses
			Abrir las 2 válvulas de purga para que por carga hidráulica se descarguen los lodos acumulados del compartimiento a limpiar, cerrar las válvulas cuando el agua con lodos cambie al color del agua residual (gris). Se debe tener el cuidado de que el nivel del agua en el tanque nunca descienda a más de 70 cm.	
			Se debe repetir el proceso indicado en los dos o tres días posteriores, esto implica que el tanque debe estar nuevamente lleno para proceder con la purga.	
Era de secado	8	Chapoda	Eliminación de maleza	Cada mes
		Limpieza	Traslado de lodos secos fuera del lecho	Cada 4 meses
Sistema de lagunas	9	Limpieza espejo de agua	Remover natas, grasas y sólidos flotantes con un desnatador.	Diario Mensual

Fuente: ENACAL MADRIZ